

சேர்ப்புக் குமிழிகள்

மற்றும் அவற்றை உருவாக்கும் விசைகள்

சி.வி. பாய்ஸ்

சோப்புக் குமிழிகள்

மற்றும் அவற்றை உருவாக்கும் விசைகள்

முன்னுரை மற்றும்
விளக்க குறிப்புகளுடன்

நரேந்தர் கே. சைகல்
சுபோத் மஹந்தி



விக்யான் ப்ரஸார்

சோப்புக் குமிழிகள்
மற்றும் அவற்றை உருவாக்கும் விசைகள்

பிரசுரம்
விஞ்ஞான் ப்ரஸார்
டெக்னாலஜி பவன்
புது மேரொலி ரோடு, புது டில்லி 110 016.
தொலைபேசி-6965980,6965978,6866675
ஃபாக்ஸ் - 91-011-6965986

ஆசிரியர்
சி.வி. பாய்ஸ்

முன்னுரை மற்றும் விளக்க குறிப்புகள்
நரேந்தர் கே. ஸேகல்
ஸுபோத் மஹந்தி

அறிமுகம் விஞ்ஞான் ப்ரஸார் 1995

ISBN-81-7480-035-2

பொருளடக்கம்

ஆசிரியரைப் பற்றி	vii
முன்னுரை.....	ix
அணிந்துரை	xvi

சொற்பொழிவு - 1 1

தரமான குமிழிகளும் சாதாரண குமிழிகளும் - தந்துத் தன்மை எப்படிச் சல்லடையை உபயோகித்துக் கடலுக்குள் செல்ல முடிகிறது - நீர் உறையின் வளைபரப்பு - நீர், ஈதர், பென்சீன், மெழுகு மற்றும் கற்பூரம் ஆகியவற்றின் வேறுபட்ட உறைகள் - நீர் குண்டுகள் அல்லது பூனைப் பெட்டிகள் - நீர் பந்துகளும் தண்ணீர் தாள்களும் - எண்ணெய் பந்துகள் மற்றும் கோள்கள் - திரவ உறையின் வலிமையும் எடையும்

சொற்பொழிவு - 2 34

ஏன் நீரின் உறை மீட்சித் தன்மை உடையதாக உள்ளது - பெரிய மற்றும் சிறிய குமிழிகளின் அழுத்தம் - குழாய்களாகவும் குமிழிகளை நீட்டுதல் - வளைதல் இல்லாத பரப்பு அபத்தமாகத் தோன்றுதல் கேட்டினாய்டு மற்றும் நோடாய்டுகள் - கூம்புப் பிரிவுகள் ரௌலெட்டுகளாக குமிழிகளின் வளைவுகள் இருத்தல் - குமிழிகள், சிலந்தி மணிகள் மற்றும் நீர்ப்பிலிகள்.

மின்சாரமும் நீருற்றுகளும், அரக்கு, புகையும் சுடர் மற்றும் இசை - ஒலிக்கும் மற்றும் பாடும் ஊற்றுகள் - வளைவற்ற இதர பரப்புகள் - கடத்தும் மற்றும் கடத்தா குமிழிகள் - இரட்டைக் குமிழிகளைப் பொறுத்த அளவிலே உள்ளே இருக்கும் குமிழிக்கும் வெளியே உள்ள குமிழிக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாடுகள் - இக்கால, பழங்கால குமிழிகள் செய்திகள்,

செய்முறைக் குறிப்புகள்

99

சொற்பொழிவுகள் 1,2 மற்றும் 3-ல் விவரிக்கப்பட்ட பரிசோதனைகளை எவ்வாறு செய்வது - தந்துகித் தன்மை. குமிழி உறையின் மீட்சித் தன்மை. குமிழி அழுத்தங்கள். கேட்டினாய்டுகள் மற்றும் நோடாய்டுகள். நீர் ஊற்றுகள். குமிழி மற்றும் மின்சாரம். இரட்டைக் குமிழிகள் - இப்பரிசோதனைகளைச் செய்வதில் உள்ள எளிமையும் திருப்தியும்.

விளக்கக்குறிப்புகள்

136

ஆசிரியரைப் பற்றி

சர் சார்லஸ் வெர்நன் பாய்ஸ் (Sir Charles Vernon Boys) 1855-ம் ஆண்டு மார்ச் மாதம் 15-ம் தேதி பிறந்தார். அவருடைய தந்தை தேவாலயத்தில் பணி புரிந்து வந்தார். பள்ளிப் படிப்பை முடித்த பின்பு சுரங்கப் படிப்புக்கான ராஜ குடும்பப் பள்ளிக்குச் சென்றார். சுரங்கம் மற்றும் உலோகவியல் பட்டப் படிப்பை முடித்த பின்னர் சிறிது காலம் ஒரு சுரங்கத்தில் பணிபுரிந்தார். பின்னர் தான் படித்த கல்லூரியில் இயற்பியல் ஆசிரியராகச் சேர்ந்தார். 1880-ம் ஆண்டு தனது முதல் அறிவியல் கட்டுரையை வெளியிட்டார். இது பாய்ஸுக்கே உரித்தானதாகவும் உலோக வியல் மற்றும் இயற்பியல் பற்றி ஒன்றும் இல்லாததாகவும் சிலந்திகளைப் பற்றிய அவருடைய ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில் அமைந்த கட்டுரையாகும். இந்த ஆய்வில் ஈடுபட டி. எச். ஹக்ஸ்லி (T.H.Huxley 1825 - 95) என்னும் இங்கிலாந்து நாட்டு இயற்கை நிபுணர் மிகவும் ஊக்குவித்தார். சிலந்திகள் அனுபவத்தின் மூலம் கற்றுக் கொள் கின்றனவா என்பதை பாய்ஸ் அறிய விரும்பினார்.

பாய்ஸ் பல இசைக்கருவிகளை வாசிப்பதில் விருப்பம் காட்டினார். அவற்றை உபயோகிக்கும் பொழுது, தேவை ஏற்பட்டால் மாற்றங்களை உண்டாக்கி, தமக்கு ஏற்ப புதிய கருவிகளை உருவாக்கினார். கதிரியக்கத்தின் நுட்பமான வெளிப்பாட்டையும் அளக்கக் கூடிய ரேடியோ மைக்ரோமீட்டரைக் கண்டுபிடித்தார். கதிர் வீச்சு உண்டாக்கும் வெப்பத் தைக் கொண்டு மிகச் சிறிய கதிரியக்கத்தையும் அளக்க முடியும். இதற்காக கண்ணுக்குத் தெரியாத அளவு மெல்லிய குவார்ட்டஸ் இழைகளை உருவாக் கினார். ஹென்றி காவண்டிஷ் கண்டுபிடித்த முறுக்குத் தராசினை, இத்தகைய மிக மெல்லிய குவார்ட்டஸ் இழைகளின் மூலம் மேம்

படுத்தினார், இந்த மேம்படுத்தப்பட்டக் கருவியைக் கொண்டு. நியூட்டன் அறிவியலுக்கு அளித்த மிகப் பெரிய தத்துவமாகிய புவிவீர்ப்பு மாறிலியைக் கணக்கிட்டார் இவரது கணிப்பு மிகவும் துல்லியமாக அமைந்தது. அதன் மீது மேலும் முன்னேற்றம் ஏற்பட ஐம்பது ஆண்டுகள் பிடித்தன. குண்டுகள் பாய்வதை புகைப்படமாக எடுப்பதில் பழைய முறைகளை மாற்றி மேம்படுத்தினார். மேலும் மின்னலைப் படமெடுக்க புகைப்படக் கருவி ஒன்றை உருவாக்கினார். சூரிய கடிகாரங்களை வடிவமைத்தார். வாயுக்களின் வெப்பத்தினை மிக நுட்பமாகவும் துல்லியமாகவும் அளக்கக் கூடிய கருவியொன்றைக் கண்டுபிடித்தார்.

பாய்ஸ் பல்வேறு வகை ஆர்வம் கொண்ட மனிதர், இயற்பியல் துறையின் ஒவ்வொரு பிரிவு நுணுக்கங்களையும் முழுமையாக அறிந்த இவருடைய முதல் அறிவியல் கட்டுரை முன்பு குறிப்பிட்டது போல், தொட்டச் சிலந்திகளைப் பற்றியது. இவருடைய கடைசி புத்தகம் "களைகள், களைகள், களைகள்" (1937), இவர் தோட்டக் கலையில் கொண்டிருந்த மிகுந்த ஆர்வத்தின் பயனாக விளைந்தது இப்புத்தகம். எல்லாவாற்றையும் விட பாய்ஸ் நகைச்சுவை உணர்வு மிக்கவர்.

பாய்ஸ் பல பரிசுகளையும் பதக்கங்களையும் பெற்றார். லண்டனில் உள்ள இயற்பியல் கழகத்திற்கும், ராண்ஜன் கழகத்திற்கும் தலைவராக இருந்தார். ராயல் சொசைட்டியின் ராயல் பதக்கம் மற்றும் ரம்ஃபோர்டு பதக்கத்தையும் பெற்றார். இவருக்கு நைட் பட்டம் (Knight) 1935 - ம் ஆண்டு வழங்கப்பட்டது. 1944-ம் ஆண்டு மார்ச் 30-ம் தேதி இயற்கை எய்தினார்.

முன்னுரை

ஒரு பழைய புத்தகத்தை மீண்டும் பதிப்பிக்க நினைக்கும் பொழுது பல கேள்விகள் எழுகின்றன, அவை. "ஏன் இப்புத்தகம் இவ்வளவு காலம் அச்சிடப்படாமல் இருந்தது?" என்பது முதல். "அப்படி என்ன இப்புத்தகத்தில் சிறப்பாக உள்ளது?" என்பது வரை பலவிதமானவை. இவற்றுக்குரிய விடைகள் ஒருவருடைய அணுகும் திறனைப் பொறுத்திருப்பினும், செம்மையான புத்தகங்களுக்கான விடை முற்றிலும் வெளிப்படையாகவும், தெளிவாகவும் இருக்கும். பகுத்துணர்ந்துப் படிப்பவர்களுக்கு எவ்வித ஐயத்தையும் தோற்றுவிக்காமல் அவர்களை மாறுபாடற்ற தீர்ப்புக்கு அழைத்துச் செல்லும் ஒரு செம்மையான புத்தகம் இதோ!

புத்தகங்கள் பெருமளவில் தனிப்பட்ட மன திருப்தி அளிப்பவையாகவே கருதப்பட்டு வருகின்றன. அத்தகைய தொரு வாக்குறுதியை தராவிட்டால் அவற்றை ஒருவரும் புரிந்து கொண்டு படிக்காமல் போய்விடக்கூடும்." அறிவின் எல்லாக் கூறுகளையும் என் வரையறைக்குள் எடுத்துக் கொண்டுள்ளேன்", என்று துணிந்து கூறும் பரிசோதனை அறிவியலின் தந்தை ஃபிரான்சிஸ் பேகன் "படித்தல் ஒரு முழுமையான மனிதனை உருவாக்குகிறது, கருத்தரங்கு அவனைத் தயார் நிலையில் வைக்கிறது எழுதுதல் துல்லியமானவனாக ஆக்குகிறது" என்கிறார். "மறுப்பதற்காகவோ, குழப்புதற்காகவோ, நம்பி ஏற்றுக் கொள்வதற்காகவோ, பேச்சு சொற்பொழிவு முதலிய வற்றை தெரிந்து கொள்வதற்காகவோ இல்லாமல் படிப்பது என்பது சீர்தூக்கிப் பார்த்து ஏற்றுக் கொள்ளத் தக்கதாக இருக்க வேண்டும்" என்று அவர் அறிவுறுத்துகிறார்.

பேகனுடைய கணிப்புகள் இன்று எல்லோராலும் போற்றப்படாமல் போகக்கூடும். ஏனெனில் அனைவரும்

முற்காலத்தில் இருந்த புத்தகங்கள் கூறும் கருத்துகளை அசை போடுவதில் ஆர்வமில்லாதவர்களாக இருக்கக் கூடும். நல்ல வேளையாக எல்லா வாசகர்களும் அப்படி இருப்பதில்லை. அவ்வாறு இருந்திருந்தால், மனித நாகரிகத்தின் தோற்றம் முதலாகவே ஏற்றப்பட்டு வந்த புத்தகம் என்னும் அறிவின் ஒளி என்றோ அணைந்து போயிருக்கும்". மேலோட்டமாக இல்லாமல் ஆழ்ந்த கருத்துக்களைப் படிக்கும் வாசகர்கள் இருக்கிறார்கள். தரம் பிடித்து ஏற்றுக் கொள்ளும் இவ்வகை வாசகர்களுக்கும் புத்தகங்களுக்கும் இடையே ஆக்கப்பூர்வமான கருத்துப் பரிமாற்றம் நிகழ்கிறது, எடுத்துக்காட்டாக, குவாண்டம் எந்திரவியலைத் தோற்றுவித்தவர்களுள் ஒருவரான ஈ. ஷ்ரோடிங்கரின் (1887-1961) "வாழ்வு என்பது என்ன?" என்னும் புத்தகம் இயற்பியல் அறிஞர்களை உயிரியலிலும் ஆர்வம் கொள்ளச் செய்து புரட்சிகரமான பல புதிய ஆய்வுகளில் ஈடுபடச் செய்தது. இதைப் போன்று தாமஸ் ராபர்ட் மால்துஸ் (1966 - 1834) என்பவரின் "மக்கள் தொகை பற்றிய கட்டுரைகள்", சார்லஸ் ராபர்ட் டார்வின் (1809- 1882) சிந்தனையைத் தூண்டி பரிணாம வளர்ச்சி பற்றிய "உயிரினங்களின் தொடக்கம்", என்னும் மிகச் சிறந்த அறிவியல் நூலை அளித்தன. சார்லஸ் லைலின் (1797 - 1875) மண்ணியல் தத்துவங்கள் ஐசக் நியூட்டனின் (1642-1727) "பிரின்சிபியா அண்ட் ஆப்டிக்ஸ்" மற்றும் ஆடம்ஸ்மித்தின் (1723-1790) "நாடுகளின் செல்வம்", போன்ற நூல்கள் பல சிந்தனை யாளர்களை ஆர்வமுறச் செய்து மனிதனையும் இயற்கையையும் புரிந்து கொள்வதில் புரட்சிகரமான மாற்றங்களை நிகழ்த்தியிருக்கின்றன. ஆனால் இவ்வகைப் புத்தகங்கள் இதுவரை எழுதப் பட்டுள்ள புத்தகங்களின் மொத்த எண்ணிக்கையில் ஒரு சிறு பகுதியே ஆகும்!

ஒரு புத்தகத்தைப் படிக்கும் போது வாசகன் சிறந்த சிந்தனையாளர்களின் அறிவு எல்லைக்குள் எட்டிப் பார்க்க முடிகிறது. இதன் மூலம் அவன் மனித அறிவு

வெளிப்பட்ட சிக்கலான வழிமுறைகளையும் கற்றுக் கொள்கிறான். சிறந்த அறிஞர்களால் எழுதப்பட்ட புத்தகங்கள் பாரம்பரியத்தைக் காப்பதுடன் அறிவின் தொடர்ச்சிக்கும் உதவுகின்றன. மேலும் நம் முன்னோர்களைக் காப்பதுடன் அறிவின் வளர்ச்சிப் பாதையின் முன்னும் பின்னும் நோக்க நமக்குத் துணைபுரிகின்றன. இவை போன்ற பேச்சு மற்றும் எழுத்து மூலமான தொடர்பு நம் பார்வையை விசாலமடையச் செய்து நம்முடைய சுற்றுப்புறத்திலிருந்து தேவையானவற்றை நமக்கு அளிக்கின்றது. நம் அறிவு வளர்ச்சியில், கூர்ந்து கவனித்தல், பொருள் காணல், ஐயங்களை உறுதிப் படுத்துதல் போன்ற கருத்துப் பரிமாற்றங்கள் அனைத்தையும் முன்னேற்ற மடையச் செய்வது அறிவியல் செயல் முறையின் முக்கிய அங்கமாகும்.

புத்தகம் படிப்பவர்களுக்கு, வாங்கக் கூடிய விலையில் நல்ல தரம் வாய்ந்த நூல்கள் கிடைப்பது நாளுக்கு நாள் குறைந்து கொண்டே வருகின்றது. சென்ற சில ஆண்டுகளாக நல்ல புத்தகங்கள் நிறைய வெளி வரவில்லை. மேலும் பழங்கால நல்ல புத்தகங்கள் கிடைப்பதும் அரிதாகிவிட்டது. இன்றைய கல்வி முறையில், பாடப் புத்தகங்கள் தவிர அவை தொடர்பான புத்தகங்களைப் படிக்கச் சொல்லி ஆசிரியர்கள் பரிந்துரை செய்வதில்லை. உண்மையில், ஆசிரியர்களுக்கே அத்தகைய புத்தகங்களைப் படிக்கும் பழக்கம் இருப்பதில்லை! ஆகவே, ஆர்வமுள்ள மாணவர்களுக்கும் அவை பற்றி அறிந்து கொள்ள முடிவதில்லை. உதாரணமாக, பறவைகளைக் கூர்ந்து கவனிப்பதில் ஆர்வமுள்ளவர்கள் சலீம் அலி எழுதிய "இந்தியப் பறவைகள்", என்னும் புத்தகத்தைக் கட்டாயம் படிக்க வேண்டும். இன்று எல்லாவற்றைப் பற்றியும் புத்தகங்கள் உள்ளன. சிலந்திகள், தேனீக்கள், பாம்புகள், மீன்கள் மற்றும் பிற விலங்குகள், பொம்மைகள், ஓவியங்கள், மனிதர்கள் மற்றும் அவர்களுடைய பழக்க வழக்கங்கள், ஆறுகள்,

மலைகள் இப்படிப் பல. சில புத்தகங்கள் அழகியல் கூறுகள் பற்றிய கண் ணோட்டத்தையே மாற்றியுள்ளன. சில நம்முடைய கடந்த காலம் பற்றிய புதிய உட்பார்வையை அளித்துள்ளன. சில நம்முடைய சுற்றுச் சூழலைப் பற்றிப் பேசுகின்றன, சில விண்வெளி பற்றி விவரிக்கின்றன, சில அண்டப் பெருவெளியில் இயற்கை விசைகள் இயங்கும் விதம் பற்றிக் கூறுகின்றன, சில புத்தகங்கள் தெரியாதனவற்றை ஊடுருவி ஆராயத் துணைபுரிகின்றன, ஆகவே ஒரு முழுமையான மனிதனாக உருவாக நாம் அனைத்து விதமான புத்தகங்களையும் படிக்க வேண்டும். ஆனால் ஒருவர் எவ்வளவு தான் படிக்க முடியும்? சில புத்தகங்கள் ருசிக்கத் தக்கவை. மற்றவை விழுங்க வேண்டியவை, வேறு சில மென்று தின்று செரிக்கத் தக்கவை. அதாவது சில பகுதி பகுதியாகவே படிக்கப்படவேண்டும். சிலவற்றை மேலோட்டமாகவே படிக்கலாம். வேறு சிலவற்றை நுண்ணறிவுடன் கவனமாக முழுவதும் படிக்க வேண்டும்.

நல்ல புத்தகத்தில் வரையறை என்ன? ஒரு நல்லாசிரியரைப் போல் ஆர்வமுட்டி ஊக்கப்படுத்துவதே புத்தகத்தின் முக்கிய பயனாகும், அதில் கூறப்பட்டுள்ள கருத்தங்களையும் கடந்து, படிப்பவரை முன்னேறிச் செல்ல உந்துவது புத்தகம். கூறப்பட்டுள்ள பொருளின் ஆழத்தை வாசகர் உணரச் செய்வது புத்தகம். ஒரு ஆசிரியர் கற்பிக்கிறார், நல்ல ஆசிரியர் விவரிக்கிறார், மிக நல்ல ஆசிரியர் கற்பவற்றைத் தக்க உதாரணங்களுடன் கண்முன் கொண்டு வருகிறார், மிகச் சிறந்த ஆசிரியர் ஆழ்ந்துணரச் செய்கிறார், இக்கருத்து புத்தகத்துக்கும் பொருந்தும்.

அறிவியல் என்பது மனிதனையும் அவனுடைய சூழலையும் பற்றிய முறையான ஆய்வு ஆகும். அன்றாடம் நம்மைச் சுற்றி நடக்கும் பற்பல நிகழ்வுகளுக்கு நாம்

ஆளாகிறோம். இவை இயற்கையாகவும் இருக்கலாம். மனிதனால் உருவாக்கப்பட்டதாகவும் இருக்கலாம். முறையான கவனமான ஆய்வின் அடிப்படையிலேயே இதுவரை சாதனைகள் நிகழ்ந்துள்ளன. அதாவது, இயற்கையிடமிருந்து நாம் கற்றுக் கொள்கிறோம். எவ்வாறு நாம் அதனுடன் தொடர்பு கொள்ள முடியும்? நம்மால் நிச்சயமாக இயற்கையுடன் நேரடியாகப் பேச முடியுமா? முடியாது. நாம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய பல கருத்துக்கள் வெளிப்படையாகத் தெரியாமல் மறைந்துள்ளன, அவ்வளவுதான் விரிவான கவனமான உற்று நோக்கலின் மூலம் பொதுப் பண்புகளை நல்ல முறையில் நாம் புரிந்து கொள்கிறோம், ஆனால், வெளிப்படையாகத் தெரியாதனவற்றை அறிந்து கொள்ள நாம் இயற்கையை நோக்கிக் குறிப்பிட்ட சில கேள்விகளைக் கேட்க வேண்டும். உதாரணமாக, "நாம் உயிரோடு இருக்க உள்ளிழுக்கும் காற்று ஒரே விதமான தனிமப் பொருளா அல்லது பல பொருட்களின் கலவையா?" அவ்வாறு கலவையாக இருந்தால் எப்பகுதி சுவாசத்திற்குத் துணை புரிகிறது? இப்படி நேரடியாக வினாத் தொடுத்தால் விடை கிடைப்பது கடினம். என்ன செய்ய முடியும்? ஒரு பரிசோதனையைச் செய்து பார்ப்பதன் மூலம் பதில் கிடைக்கும். சரியான விடை கிடைப்பதும் கிடைக்காமல் இருப்பதும் எத்தகைய முறையில் பரிசோதனையை மேற்கொள்கிறோம் என்பதைப் பொறுத்ததே!

பரிசோதனை என்று நினைக்கும் பொழுதே, இன்று நமக்கு ஆய்வுக் கூடத்தின் மர்மமான உபகரணங்களும், கூட்டங்கூட்டமான கருவிகளும் அறிவியல் ஆய்வாளர்கள் என்ற பிரிவு மக்களும் தான் மனக்கண் முன் வரும். உண்மையில், இப்படி இருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. அறிவியல் முறையான கடினமான பயிற்சி இல்லாதவர்கள் கூட பரிசோதனை மூலம் இயற்கையிடமிருந்து மறைந்திருக்கும் பதில்களை

வரவழைக்க முடியும், யாருக்குத் தெரியும்? இவ்வாறு பரிசோதனை செய்வதன் மூலம் மற்றுமொரு ஃபாரடே பிறப்பாரோ என்னவோ? ரப்பர் குழாய்கள். சோதனைக் குழாய்கள், அடைப்பான்கள். சாராய விளக்கு போன்ற எளிய கருவிகளைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்ய முடியும், அதற்குத் தேவை கொஞ்சம் புத்திசாலித்தனம் தான்!

அறிவியல் தொழில் நுட்பத் துறைக்குத் தமது ஆய்வுகளின் மூலம் அடித்தளமிட்ட அறிஞர்கள் பலர் எளிய கருவிகளையே கையாண்டுள்ளனர். ஃபாரடே பழைய புட்டியையும் உபயோகமற்ற கொம்புகளையும் கொண்டுதான் மின்சாரத்தைப் பற்றிய உண்மைகளைச் சோதிக்க எலக்டோஸ்டாடிக் ஜெனரேட்டரை உருவாக்கினார். அதிர்ஷ்டவசமாக, முற்கால அறிவியல் அறிஞர்கள் தங்கள் அனுபவங்களைச் சொற்பொழிவு நிகழ்த்துவதன் மூலமாகவோ அல்லது தாங்கள் எழுதிய புத்தகங்களின் வாயிலாகவோ பகிர்ந்து கொண்டுள்ளனர், அடிப்படை அறிவியல் அறிவைக் கற்பிக்க அல்லது கற்க நினைப்பவர்கள் இத்தகைய புத்தகங்களை மீண்டும் மீண்டும் படிக்க வேண்டும்.

"சோப்புக் குமிழிகள் மற்றும் அவற்றை உருவாக்கும் விசைகள்" என்றும் சி.வி.பாய்ஸ் எழுதிய புத்தகம் இத்தகைய ஒன்று. இது அறிவியல் இலக்கியத்தின் தரமான மிகச் சிறந்த நூல் என்பதில் ஐயமில்லை!. 1889 ம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் 30ம் தேதி முதல் 1890 ஜனவரி 3ம் தேதி வரை பாய்ஸ் சிறுவர்களுக்கு ஆற்றிய மூன்று சொற்பொழிவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. லண்டனின் கிறித்துவ நெறி முன்னேற்றக் கழகம் முதன் முதலில் 1902 ம் ஆண்டு இப்புத்தகத்தை வெளியிட்டது. பின்பு 1916ம் ஆண்டு மறுமதிப்பு வெளியாகியது.

பற்பல வாடிவங்களிலும் அளவுகளிலும் சோப்புக் குமிழிகளை உருவாக்கும் முறையைச் செய்து காட்டும் பொழுது பாய்ஸ் இயற்பியலின் அடிப்படைக் கேள்விகள் பலவற்றைத் தொட்டுச் செல்கிறார். அவரது கருத்துக்களை நிரூபிக்க பைபிள் முதல் குழந்தைகளின் நர்சரிப் பாடல்கள் வரை உதாரணங்கள் காட்டுகிறார். எத்தகைய வேறுபட்ட கோணங்களில் கூறினாலும் பாய்ஸ் கருத்துக்கள் குறிப்பிட்ட ஒன்றைத்தான் தம் பயனாகக் கொண்டிருக்கின்றன. மனிதனையும் அவனுடைய சூழ்நிலையையும் புரிந்து கொள்வதில் அறிவியலின் பங்கினைப் படிப்பவர்களுக்கு உணர்த்துவதுதான் அது. அறிவியலில் எவ்விதப் பயிற்சியும் இல்லாத ஆயிரக்கணக்கான வாசகர்களையும் இப்புத்தகம் ஊக்குவிக்கும் என்பது உறுதி.

நரேந்தர் கே. சைகல்
சுபோத் மஹந்தி

அணிந்துரை

இப்புத்தகத்தைப் படிக்கும் வளர்ந்த வாசகர்களுள், தவறு கண்டுபிடிக்க விழைபவர்களை நான் ஒன்று கேட்டுக் கொள்ள விரும்புகிறேன், இப்புத்தகம் பல குறிப்புகளைத் தருவதில் முழுமையில்லாமல் உள்ளது என்றும் இதில் மிகவும் அடிப்படையான எல்லோருக்கும் தெரிந்த கருத்துக்கள் அதிகமாக உள்ளன என்றும் கூறுபவர்கள் ஒன்றை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இச்சொற்பொழிவுகள் சிறுவர்களுக்காக, சிறுவர்களுக்காக மட்டுமே நிகழ்த்தப்பட்டவை. விளக்கப் பட்ட பரிசோதனைகளை அவர்கள் மிக நல்ல முறையில் மறுபடியும் செய்து பார்க்க நான் தூண்டுகிறேன். கண்ணாடித் துண்டுகள், இண்டியா ரப்பர் குழாய், போன்று எளிதாகக் கிடைக்கக் கூடிய சாதாரணப் பொருட்களைத் தவிர அறிவியல் கருவிகள் பல பரிசோதனைகளுக்குத் தேவைப்படுவதில்லை. என்பதையும் அவர்கள் உணர்வார்கள். சிறு சங்கடங்களை பொருட்படுத்தாமல் செய்வார்களேயானால் நல்ல பயனளிப்பதைக் காண்பார்கள். முதலில் ஏற்படும் சில தோல்விகளைக் கண்டு மனம் தளர்வதற்குப் பதிலாக தங்களிடம் உள்ளவற்றைக் கொண்டு விடாமுயற்சியுடன் தொடர்பவர்கள். பரிசோதனையை மேலும் ஆர்வ மூட்டக்கூடியவையாக காண்பார்கள். முதலிலேயே எல்லாவற்றையும் சரியாகச் செய்துவிடுபவர்களை விட இப்படிப்பட்டவர்கள் மட்டுமே சிறு தொந்தரவுகள் நேரினும், வெற்றி பெறுவார்கள். சில பரிசோதனைகள் மிகவும் எளிமையானவை, அவற்றிற்கு மற்றவர்களின் உதவி தேவைப்படாது. சில, உதவி இருந்தும் கூட மிகவும் கடினமாக இருக்கக் கூடும், ஆனால் தாங்களாகவே பரிசோதனைகளைச் செய்து காண்பதற்கு விருப்பம் உள்ளவர்களை ஊக்குவிக்கும் பொருட்டு, இப்புத்தகத்தின் கடைசியில் சில குறிப்புகளைக் கொடுப்பது

பயனுள்ளதாக இருக்கும் என்று நான் நினைத்ததால். அவற்றைக் கொடுத்திருக்கிறேன்.

புகழ்பெற்ற பல அறிஞர்கள் வெளியிட்டிருக்கும் நூல்களைத் தடையின்றி இங்கு உபயோகித்திருக்கிறேன். அவர்களுள் சாவார்ட்., ப்ளேட்டோ, க்ளார்க், மாக்ஸ்வெல், சர் வில்லியம் தாம்ஸன், லார்ட் ராலே, சிசெஸ்டர் பெல், மற்றும் பேராசிரியர் ரக்கர் ஆகியோர் குறிப்பிடத்தக்கவர்கள். பெரும்பாலான பரிசோதனைகள் அவர்களால் விளக்கப்பட்டவை. சில இதழ்களிலிருந்து எடுக்கப்பட்டவை. மேலும் நான் சிலவற்றைத் திட்டமிட்டு அமைத்திருக்கிறேன். தம்முடைய சொற் பொழிவுக்காக உருவாக்கப்பட்ட கருவிகளின் பற்பல பாகங்களை நான் உபயோகிப்பதற்கு அளித்த பேராசிரியர் ரக்கருக்கு நான் நன்றிக் கடன் பட்டிருக்கிறேன்.

சி.வி. பாய்ஸ்

சொற்பொழிவு - 1

எப்பொழுதாவது ஒரு சாதாரண சோப்புக் குமிழியை ஊதி அதன் முழுமையையும், வடிவத்தையும், அழகிய நிறங்களின் பளபளப்பையும் ரசிக்கும் பொழுது, இத்தகைய அற்புதமான பொருள் எவ்வாறு எளிமையாக உருவாக்கப்படுகிறது என்று வியக்காதவர்கள் இந்த அறையில் யாரும் இருக்கமாட்டார்கள் என்று நினைக்கிறேன்.

குமிழிகளுடன் விளையாடுவதில் நீங்கள் இதுவரை சோர்வடைந்திருக்க மாட்டீர்கள். ஒரு சாதாரணக் குமிழியில் நாம் கற்பனை செய்திருப்பதைக் காட்டிலும் அதிக விஷயங்கள் இருக்கின்றன. அவற்றை இவ்வாரச் சொற்பொழிவில் காணலாம்.

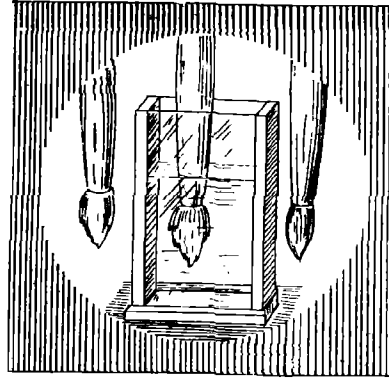
மிக அற்புதமாகவும், வியக்கத்தக்க வகையிலும் அழகாக சித்தரிக்கப்பட்டுள்ள மிலியஸ்¹ என்பவரின் ஒவியத்தைப் பற்றி இங்கு நான் குறிப்பிட விரும்புகிறேன். இதை நாம் பார்ப்பதற்குத் துணை புரிந்த விளம்பரத் துறைக்கு நன்றி. உங்களில் ஒரு சிலர் அதனைப் பார்த்திருப்பீர்கள். சொற்பொழிவின் நோக்கத்திலிருந்து விலகிச் செல்வதற்காக இக்கருத்தைச் சொல்லவில்லை. பேசப்படும் பொருள் பற்றிய அறிவு வளர வளர உங்கள் ஆர்வமும் அதிகரிக்கும். நாம் மட்டுமே குமிழிகளுடன் விளையாடுவதில்லை. நெடுங்காலத்திற்கு முன்பே குழந்தைகள் இதைச் செய்திருக்கிறார்கள். ஆனால், எந்த எழுத்தாளரும் இது பற்றிக் குறிப்பிடவில்லை இட்ரஸ்கன்² பூ ஜாடி லுவர்³ என்னும் இடத்தில் உள்ளது. தொன்மையான இப்பொருளில் குழந்தைகள் சோப்புக் குமிழிகள் ஊதுவது வரையப்பட்டுள்ளது. ஆனால், அவர்கள் எவ்வகைச் சோப்பை உபயோகித்தார்கள் என்று கூற முடியவில்லை.

நான் "ஏன் இத்தலைப்பைத் தேர்ந்தெடுத்தேன்?", என்று உங்களில் சிலருக்குத் தோன்றக்கூடும்!. சிறுவர்கள் விரும்பத்தக்க பல பொருட்கள் அழகானவையாகவும், வியப்பூட்டுபவையாகவும் இருந்தாலும் சில பொருட்களே அன்றாட வாழ்வுடன் தொடர்புடையனவாக உள்ளன. எந்த ஒரு திரவத்தையும் விசைகளின் செயல்பாடின்றி எதுவும் செய்ய முடியாது என்பதை உங்கள் கவனத் திற்குக் கொண்டு வர விரும்புகிறேன். குடத்திலிருந்து நீரையோ, தேநீர் கோப்பையிலிருந்து தேநீரையோ, நம்மால் விசைகளை உபயோகிக்காமல் ஊற்ற முடியாது. இந்த அறையில் காண்பவற்றையும் கேட்பவற்றையும் அடிக்கடி நினைவுக்குக் கொண்டு வர வேண்டும். நான் செய்யும் பரிசோதனைகளை அதிக கருவிகள் இல்லாமலேயே உங்களாலும் செய்து பார்க்க முடியும். இது மட்டுமே இருப்பதைவிட செய்து பார்ப்பதன் மூலம் மிகுந்த ஆர்வத்துடன் நீங்களும் கற்றுக் கொள்ள முடியும். நான் ஏன் பரிசோதனைகளைச் செய்து காட்டுகிறேன் என்பதற்கு இன்னொரு காரணத்தையும் கூற விரும்புகிறேன். இல்லையென்றால் சோர்வடைந்து விடுவோம் என்று உடனே கூறிவிடுவீர்கள். இருக்கலாம்!. ஆனால், அது மட்டுமே காரணமில்லை. நமக்குத் தெரியாததைக் கண்டு பிடிக்க நினைக்கும் பொழுது நாம் இரண்டு வழிகளைக் கடைபிடிக்கலாம் என்பதை உங்களுக்கு நினைவூட்டுகிறேன். தெரிந்தவர்களிடம் கேட்டுத் தெரிந்து கொள்ளலாம் அல்லது அறிஞர்கள் அதைப் பற்றி எழுதியிருப்பதைப் படித்து அறிந்து கொள்ளலாம். நம்முடைய கேள்விகளுக்கு விடையளிக்கக் கூடியவர்கள் இருந்தால் இது மிக நல்ல வழி. ஒரு பரிசோதனை என்பது இயற்கையை நோக்கி நாம் கேட்கும் கேள்வி. இயற்கை எப்பொழுதும் நம்முடைய கேள்விகளுக்குச் சரியான விடையளிக்கத் தயாராகவே உள்ளது. நாம் சரியான முறையில் கேட்டால் அதாவது சரியான பரிசோதனை என்பது மாயாஜாலமோ, வெறும் விந்தையடையச் செய்வதோ, அழகாக இருப்பதால் மட்டுமே செய்து காட்டப்படுவதோ, சொற்பொழிவின் இடையே சுவையற்ற தன்மையை மாற்றவோ செய்யப்படுவதன்று. நான் உங்களுக்குச் செய்து காட்டப் போகும் ஆய்வுகளில்

சொற்பொழிவு - 1

ஒரு சில அழகாக இருந்தாலோ அல்லது என் உரைகளின் தொய்வினைக் குறைத்தாலோ நல்லது தான், ஆனால் அவற்றின் முக்கியக் குறிக்கோள் நான் கேட்கப் போகும் கேள்விகளுக்கு நீங்களே சரியான விடையைக் கண்டுகொடுக்கக் காண வேண்டும் என்பதே.

நான் இப்பொழுது தொடங்கும் பரிசோதனை பலமுறை நீங்களே செய்து பார்த்திருக்கக் கூடியது தான். ஒட்டக உரோமத்திலான சாதாரண தூரிகையை⁴ என் கையில் வைத்திருக்கிறேன், இதன் ரோமங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டிக் கொண்டு ஒரு புள்ளியில் சேர்நினைப்பீர்கள்,



படம் 1

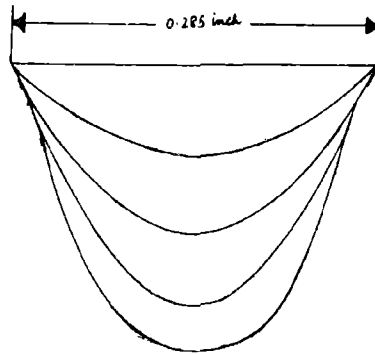
பிறகு நனைந்து இருப்பது தான் உரோமங்கள் ஒன்றாக இருப்பதற்குக் காரணம் என்று கூறிவிடுவீர்கள், இல்லையா? இப்பொழுது நாம் இப் பரிசோதனையைச் செய்து பார்க்கலாம். இந்தத் தூரிகையை அறையில் இருக்கும் எல்லோராலும் பார்க்க முடியாது. ஆகவே இதனை ஒரு விளக்கின் முன்னால் பிடித்துக் கொள்கிறேன். இதன் பிம்பம் சுவரில் பெரிய அளவில் தெரிவதை நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள்? (படம் 1 இடது புறம்) இப்பொழுது நாம் எதிர்பார்த்தப் படியே ஒன்றுடன் ஒன்று பிணைந்து கொள்கின்றன. (படம் 1 வலது புறம்) நனைந்திருப்பதுதான் காரணம் என்று சொல்வோம். இப்பொழுது நான் தூரிகையை நீரினுள் பிடித்துக் கொள்கிறேன். ஆனால் உரோமங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டிக் கொள்வதில்லை. தூரிகை இப்பொழுது

நனைந்த நிலையிலேயே உள்ளது. இதிலிருந்து நாம் கூறும் காரணம் மிகச் சரியானதில்லை என்று தோன்றுகிறது. ஒரு தூரிகையும் ஒரு குவளை நீரும் மட்டுமே பயன்படுத்தப் பட்ட இந்த பரிசோதனை, தூரிகையின் உரோமங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று இணைவதற்கு நனைந்திருப்பது மட்டுமே காரணம் இல்லை. இதுவரை நமக்குத் தெரியாத வேறொரு காரணமும் உண்டு என்பதைக் காட்டுகிறது. இதன் மூலம் நீந்தும்போது நீரினுள் கண்களைத் திறப்பது பற்றிய சாதாரண கருத்து உண்மையில்லாதது என்று தெளிவாகிறது. பொதுவாக கண்ணை மூடிக் கொண்டு நீரில் மூழ்கினால், திறந்து பார்க்கும்பொழுது சரியாகப் பார்க்க முடியாது. ஏனெனில் நீர் இமைகள் கீழ் நோக்கி கண்களின் மேல் ஓட்ட வைத்துவிடும். அதனால் நீருக்கடியில் இருப்பவற்றைப் பார்க்கவேண்டுமென்றால் கண்களைத் திறந்து கொண்டுதான் நீரில் மூழ்கவேண்டும் என்று கூறப்படுகிறது. உண்மையில் எவ்வகையிலும் பாதிக்கும் விஷயமில்லை இது நீரினுள் மூழ்கும்போது கண்கள் திறந்திருக்கின்றனவா இல்லையா என்பது பொருட்டல்ல. உங்களுடைய கண்கள் திறந்தோ அல்லது மூடியோ இருப்பது எவ்வித வேறுபாட்டையும் தோற்றுவிப்பதில்லை, நீரினுள் குதிக்கும் பொழுது நீங்கள் எவ்விதத்திலும் கண்களைத் திறந்து பார்க்க முடியும்?. நீருக்குள் இருக்கும் தூரிகையைப் பொறுத்த அளவில், உரோமக் கற்றையை நீர் ஒன்றுடன் ஒன்று ஒட்டிக் கொள்ளச் செய்யவில்லை என்பதைப் பார்த்தோம். வெளியே எடுக்கும் போது மட்டுமே இது நிகழ்கிறது என்பதை அறியலாம். கற்றை ஏன் ஒட்டிக் கொள்கிறது என்பது சரியாக விளக்கப்படா விடினும், இந்த பரிசோதனை மூலம் எப்பொழுதும் நாம் அளிக்கும் விளக்கம் போதுமானதாக இருப்பதில்லை என்பதை நமக்கு எடுத்துக் கூறுகிறது.

முன்பு கூறியதைப் போன்ற எளிதான மற்றொரு பரிசோதனையை இப்பொழுது முயன்று பார்க்கப்

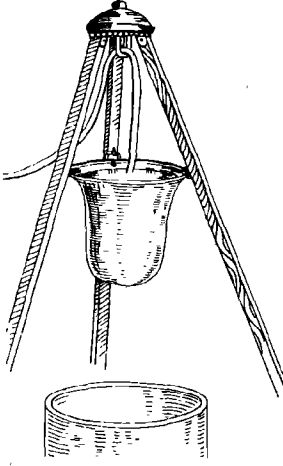
போகிறேன். என்னிடம் தண்ணீர் மிகவும் மெதுவாகச் வெளிவரும் குழாய் ஒன்று உள்ளது. ஆனால் இதில் நீர் தொடர்ந்து வெளிவராமல் துளித் துளியாயாக வடிவம் பெற்று, ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை பெரிதாகி பிறகு திடீரென கீழே விழுகிறது. ஒவ்வொரு முறை இது நிகழும்போதும் துளியின் வடிவமும் அளவும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதை நீங்கள் கவனிக்கவேண்டும். இது தற்செயலாக நிகழக் கூடியதன்று. குறிப்பிட்ட அளவிற்கும் வடிவத்திற்கும் ஒரு காரணம் இருக்க வேண்டும். ஏன் தண்ணீர் நிலைத்திருக்கவில்லை? கனமாக இருப்பதால் மட்டுமே விழுந்துவிடாமல் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை தொங்கிக் கொண்டு இருந்து விட்டு, அதற்கு மேல் அதிக எடையைத் தாங்க முடியாது என்பதுபோல் திடீரென பிரிந்து கீழே விழுகிறது. பல்வேறு அளவுகளில் உள்ள நீர்த்துளிகளின் வடிவங்களை மிகவும் கவனமாகவும் துல்லியமாகவும் பெரிதாக்கப்பட்ட அளவுகளில் திரு. வொர்த்திங்டன் (Worthington) வரைந்திருக்கின்றார்.

இப்பொழுது கவனில் இப் படங்களைப் பார்க்கிறீர்கள். (படம் 2). நீர் மீட்சித் தன்மையுடைய ஒரு பையில் தொங்கவிடப் பட்டிருப்பது போன்றும், கனம் அதிகமாகி தூக்க முடியாமல் போகும் பொழுது பை அறுந்தோ அல்லது கிழிந்தோ போவது போன்ற ஒரு கருத்தை இப்படங்கள் அளிக்கக் கூடும். பை என்பதே இல்லை என்பதும், நீர்த்துளிகள் மீட்சித்தன்மை உடைய பையின் வடி



படம் 2

வத்தை எடுத்துக் கொள்கின்றன என்பதுமே உண்மை. இது வேடிக்கையல்ல என்பதை நிரூபிக்க, நான் ஒரு மரத்திலான வளையத்தின் மீது இண்டியா ரப்பரை⁵ (பொம்மை பலூன் ரப்பர்) இழுத்துக் கட்டி ஒரு முக்காலியில் தொங்க விட்டிருக்கிறேன். இக் குழாயிலிருந்து நீரை ஊற்றும் பொழுது, நீரின் அதிகரிக்கும் எடையினால் இண்டியா ரப்பர்



படம் 3

இழுக்கப்படுகிறது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள வடிவத்தையே எப்பொழுதும் அடைவதை நீங்கள் கவனிக்க வேண்டும். நீரின் எடை அதிகரிக்கும் பொழுது பை இழுக்கப்படுகிறது. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள வடிவத்தையே எப்பொழுதும் அடைவதை நீங்கள் கவனிக்க வேண்டும். நீரின் எடை அதிகரிக்கும்பொழுது பை இழுக்கப்படுகிறது. ஒரு பை முழுவதும் நீர் நிறைந்

திருப்பது போல் காணப்படும் இந்நிலையில் தொடர்ந்து வெகு நேரம் இருக்க முடியாமல் இருப்பது ஒரு நீர்த்துளி விழுவதற்குச் சற்று முன்னால் இருப்பது போன்ற நிலையாகும். இண்டியா ரப்பர் எவ்வளவு வேண்டுமானாலும் நீட்சிக்கு உட்படாதது என்னும் உண்மையால் மட்டுமே இவ்வாறு உருவான வடிவம், மாறாமலும் கிழிந்து போகாமலும் உள்ளது. சிறிது நேரத்தில் இது மேலும் உறுதியாகி அதிக அளவு நீட்சியை எதிர் கொண்டு வழி விடாமல் இருக்கிறது. இப்பொழுது கீழே விழும் தருவாயில் உள்ள நீர்த்துளி பெற்றுள்ள வடிவத்தைக் கொண்டு பெரிய துனியாக நிரந்தரமாக தொங்கிக் கொண்டு இருக்கும் நிலையைப் பார்க்கிறீர்கள். வடிக்குழாய்⁶ (Syphon)

இப்பொழுது நான் நீரை வெளியேற்றுகிறேன். இதனால் துளி மெதுவாகச் சருங்குகிறது. இந்த உதாரணத்தில் என் பள்ள ஒரு திரவத்தை மீட்சித் தன்மையுடைய பையில் வைக்கிறோம். ஆனால் நீர்த்துளியில் அதே திரவம் பை எதுவும் கண்ணுக்குத் தெரியாததாக உள்ளது. பொதுவாக, இந்த இரண்டு துளிகளும் ஒரே மாதிரியாக செயல்படுவதால், அவற்றின் வடிவம் மற்றும் அசைவுகள் ஒரே வகையாக உள்ள காரணத்தால் நிகழக் கூடியவை என்று நாம் எதிர்பார்க்கக் கூடும். சிறிய நீர்த் துளியில் இண்டியா ரப்பரைப் போல ஏதோ ஒன்று ஒரு சேரப் பிடித்துக் கொண்டுள்ளது. அது என்ன என்பதை இப்பொழுது காணலாம்!

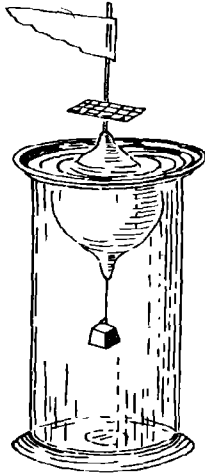
முதலில் செய்யப்பட்ட தூரிகைப் பரிசோதனையில் இது எவ்வாறு பொருந்துகிறது என்பதைப் பார்க்கலாம். முன்பு காட்டப்பட்டதில் உரோமக்கற்றை ஒன்றுடன் ஒன்று இணையாததற்குக் காரணம் அவை நனைந்திருப்பது அல்ல. நீரிலிருந்து தூரிகையானது வெளியே எடுக்கப்படுவது அவசியம். நீரின் மேற்பரப்பு அல்லது நீரின் உறை முடிக்கற்றை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்க அமைந்திருப்பது அவசியம். அவ்வாறு இருக்கும்பொழுது நீரின் மேற்பரப்பை ஒரு மீட்சித் தன்மை உடைய உறையாக நாம் எடுத்துக் கொண்டால் ஈரமான தூரிகை மற்றும் நீர்த் துளி பற்றிய இரு பரிசோதனைகளையும் நன்கு விளக்கலாம்.

ஆகவே, வேறு வகைகளிலும் நீர் மீட்சித்தன்மை உடைய உறை போன்ற மேற்பரப்பைக் கொண்டு விளங்குகின்றதா என்பதை அறிய நாம் மற்றுமொரு பரிசோதனை செய்து பார்க்கலாம். என்னிடம் உள்ள சாதாரணக் கம்பிச் சட்டத்தின் அடியில் தண்டினால் எடை ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்புடன் ஒரு உள்ளீடற்ற கண்ணாடிக் கோளம் அரக்கினால்

சோப்புக் குமிழ்கள்

ஒட்டப்-பட்டுள்ளது. கம்பிச் சட்டத்தைக் காற்றில் நிறுத்தி மற்ற அனைத்தையும் நீரில் மிதக்க வைக்கக் கூடிய அளவிற்குக் கோளமானது மிகப் பெரிதாக இருக்கிறது. கம்பிச் சட்டம் நீரைத் தொடுமாறு என்னால் அழுத்த முடியும். இந்தக் கம்பிச் சட்டத்தின் அசைவு நன்கு புலப்படுவதற்காக இதனுடன் காதிகதத் துண்டு ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இப்பொழுது சட்டத்தினை நீர்ப் பரப்பிற்குக் கீழே பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறேன். தண்ணீரில் பரப்பு மீட்சித் தன்மையுடையதாக இருக்குமானால் சட்டம் மேல் நோக்கி அசைவதை அது எதிர்க்கும். நான் கம்பிச் சட்டத்தை விடுகிறேன். அது நாம் நினைத்ததைப் போல் மேலும் கீழும் அசையாமல் நீரின் உறையின் கீழே கட்டப்பட்டதாக எவ்வித செயல்பாடுமில்லாமல் நிற்கிறது. சட்டம் நீரை விட்டு வெளி வருமாறு நான் சலனப்படுத்தினால் உடனே அது அசைந்தாடுவதை



படம் 4

கருவியை நான் இன்னும் சில நிமிடங்களில் மீண்டும்

நீங்கள் காண்கிறீர்கள். (படம் 4). கால் அவுன்ஸ்⁷ எடையைக் கம்பிச் சட்டத்தின் மீது வைத்தோமானால் அது முழுவதும் மூழ்க போதுமானதாக உள்ளது. இதிலிருந்து தண்ணீரின் உறை ஓரளவு வலுவுள்ளதாகவே இருப்பதை நீங்கள் காணலாம்.

வான்டா மென்ஸ்பர்க்ஹே (Vander Mensrugge) என்பவரால் முதன் முதலில் விவரிக்கப்பட்ட

உபயோகிக்கப்போகிறேன். இத்தகைய மீட்சித்தன்மை உடைய அறை உறை அல்லது அடுக்கு தூய்மையான நீரில் இருப்பதை என்னால் வியத்தகு முறையில் காட்ட முடியும். கம்பி வலையால் செய்யப்பட்ட சிறிய சல்லடை ஒன்று என்னிடம் உள்ளது. இதில் உள்ள துளைகளின் ஊடே சாதாரண குண்டுசியை உட்செலுத்த முடியும். இந்த சல்லடையின் அடிபாகத்தில் பதினோராயிரம் துளைகள் உள்ளன. சுத்தமான கம்பி நீரினுள் மூழ்கிவெளியே எடுக்கப்படும் பொழுது நனைகிறது. ஆனால் மெழுகு வர்த்திகள் செய்யப் பயன்படும் பாரஃபின் மெழுகு⁸ போன்ற பொருட்களை நீரைத் தொடும் பொழுது நனைவதில்லை. ஒரு பாரஃபின் மெழுகு வர்த்தியை நீரினுள் நனைத்து எடுத்தால் நீங்களே இதைக் காணலாம். சிறிதளவு உருகிய பாரஃபின்⁹ இந்தத் தட்டில் உள்ளது. இதில் கம்பி வலைய நனைத்து எடுப்பதன் மூலம் கம்பியின் மேல் பகுதி முழுவதும் பாரஃபின் மெழுகுப் பூச்சு பூசப் படுகிறது. துளைகள் அடைபடாமல் இருக்க, சூடாக இருக்கும்பொழுதே சல்லடையை நன்கு உதறி பாரஃபின் அடைப்புகளை துளைகளில் இருந்து நான் வெளியேற்றி விடுகிறேன். ஓரிரண்டு துளைகளைத் தவிர எல்லா துளைகளும் திறந்து இருப்பதை நீங்கள் இப்பொழுது திரையில் காண்கிறீர்கள். திறந்திருக்கும் துளை வழியாக குண்டுசி எளிதாக உள்ளே செல்ல முடியும். இதுதான் பரிசோதனைக் கான சுருவி. நீருக்கு மீட்சித் தன்மையுடைய உறை இருக்குமே யானால், அது மீட்சியுடைய விசை தேவை. அது மிக எளிதாக இந்தத் துளைகளுக்குள் புகுந்து செல்லத் தேவையில்லை. விசையைப் பயன்படுத்தாதவரை துளைகளினுடே நீர் புகவே முடியாததற்குக் காரணம், ஒவ்வொரு துளையிலும் நீரின் உறை இடிக்கப்பட்டு நீர் மறுபக்கம் புகுந்து செல்ல அனுமதிக்கப்பட வேண்டும். தண்ணீர் கம்பியை நனைக்காமலும் ஒட்டாமலும் இருந்தால் மட்டுமே இது சாத்தியம் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். நான் ஊற்றப் போகும் நீர் அதிக விசையுடன் அடிப்பக்கத்தைச் சென்று அடைவதைத்

சோப்புக் குமிழ்கள்

தடுக்க சல்லடையில் சிறு காகிதத்தைப் பொருத்தி

யிருக்கிறேன்.

இது நீரின்

வேகத்தைக்

குறைக்கும்.

(படம் 5). நான்

இதுவரை

அரை தம்பளர்

நீரை ஊற்றி

யிருக்கிறேன்.

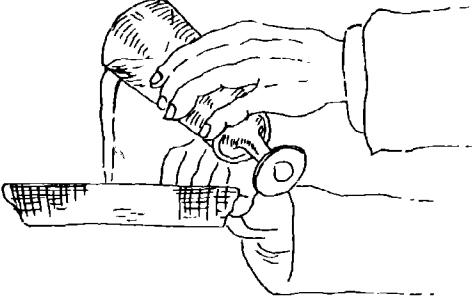
மேலும் நீரை

நான் ஊற்றக்

கூடும். நான்

காகிதத்தை

எடுக்கும்



படம் 5

பொழுது ஒரு துளி நீர் கூட விழுவதில்லை. நான் சல்லடையைத் தட்டும் போது நீர் மறுபக்கத்திற்குச் செலுத்தப்பட்டு, ஒரு நொடியில் அனைத்தும் வெளியேற்றப்படுகிறது. நம்முடைய பழைய நண்பர் சிம்பிள் சைமன்¹⁰ செய்தது இதன் மூலம் உங்களுக்கு நினைவுக்கு வரலாம்.

"சல்லடையில் நீர் எடுக்கச் சென்றார்கள்

ஆனால் அனைத்தும் விரைவில்

ஒடிவிட்டது"

சல்லடையச் சரியாக நிர்வகித்தால். இங்கே கூறப்பட்டுள்ளது மக்கள் பொதுவாக நினைப்பது போல் அத்தனை முட்டாள்தனமாக அன்று என்பதை நீங்கள் உணர்வீர்கள்.

சல்லடையை அசைத்து நீரை நான் வெளியேற்றினால் இக்காரணத்துக்காகவே நீரின் மேல் மிதக்க வைக்கலாம். ஏனெனில் சல்லடையின் எடை நீரின் மேல் உறையை பிரிப்பதற்குப் போதுமானதாக இல்லாததால்

சொற்பொழிவு - 1

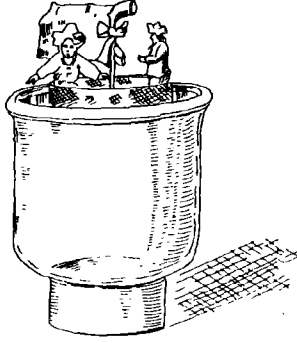
நீர் துளைகளினுடே நுழையாது. ஆகவே நீர் மறு புறத்திலேயே நிலைத்திருக்க சல்லடை மிதக்கிறது. நான் முன்பு கூறியபடி அடியில் சாதாரண குண்டூசி நுழைந்து செல்லக்கூடிய பதினோராயிரம் துளைகள் இருந்தாலும் இது சாத்தியமாகிறது. இந்தப் பரிசோதனை மெய்யான, மிகச் சரியான பிதற்றல் எழுதுவது எவ்வளவு கடினம் என்பதை வெளிப்படுத்துகிறது.

லியரின்¹¹ "முட்டாள் பாடல்கள்" என்னும் புத்தகத்தில் வரும் கதை உங்களுக்கு நினைவுக்கு வரலாம்.

"கடலுக்குப் போனாங்க கடலுக்குப்
போனாங்க
படகாய் சல்லடைக் கட்டி கடலுக்குப்
போனாங்க
போகாதே என்று சொல்லி சாதி சனம்
சொன்ன பின்பும்
கடலுக்குப் போனாங்க கடலுக்குப்
போனாங்க
மார்கழி காலையிலே புயலும்தான் வீசுவது
சோர்ந்திடாம சல்லடை கட்டி
கடலுக்கு போனாங்க
வெது தூரம் கடலுக்குள்ளே சல்லடை
கட்டிகிட்டு
வெகுவெகுவேகமாக சல்லடையை
ஓட்டிக்கிட்டு
அழகுபுறா சிறகை அவங்க எடுத்து வச்ச
அழகாய் திரையாக சிறகைத் தொங்க விட்டு
புகையிலை சுருட்டெடுத்து தூணாக நிக்க வச்ச
வகையாக நூலெடுத்து பாய்மரம்போல கட்டி
கடலுக்குப் போனாங்க, கடலுக்குப்
போனாங்க
படகாய் முறத்தைக் கட்டி கடலுக்குப்
போனாங்க"

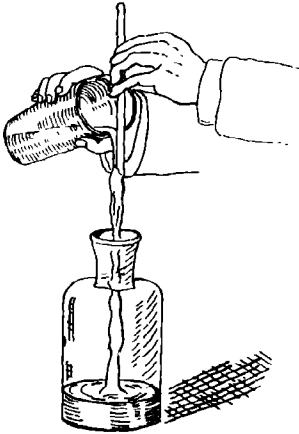
சோப்புக் குமிழ்கள்

இப்படி செல்கிறது அந்தப் பாடல். சல்லடையில்



படம் 6

லைப் பற்றிய மற்றுமொரு உதாரணத்தைத் தருகிறேன். ஒரு தம்பளரிலிருந்து நீரை குறுகிய கழுத்துடைய புட்டியில் ஊற்ற வேண்டுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். மெதுவாக ஊற்றும் பொழுதே புட்டியின் பக்கங்களில் லெல்லாம் வழிந்து வெளியிலும் சிந்துகிறது. வேகமாக ஊற்றும் பொழுது அதிகமான நீர் புட்டியின் வழியே செல்ல முடியாததால் மீண்டும் நீர் வெளியே சிந்து கிறது.



படம் 7

கடலுக்குச் செல்வது என்பது முடியக் கூடியதே அதாவது சல்லடை பெரியதாகவும், கடல் நீர் கொந்தளிக் காமலும் இருந்தால் மேற்கூறிய வரிகள் குறிப்பாக மெய்ப்படக் கூடியவை (படம் 6).

நீரின் மீட்சித்தன்மை உள்ள உறையின் ஆற்ற

ஆனால் ஒரு குச்சியையே அல்லது கண்ணாடி தண்டையோ தம்பளரின் முனைக்கு எதிராகப் பிடித்துக் கொண்டால் நீர் கண்ணாடித் தண்டின் மூலம் வழிந்து புட்டியுள் செல்கிறது. மேலும் இழப்பு இருப்பதில்லை. (படம் 7). நீங்கள் தண்டை ஒரு புறமாகச் சாய்த்தும் பிடித்துக் கொள்ள

சொற்பொழிவு - 1

லாம். நான் இப்பொழுது அவ்வாறு பிடித்துக் கொள்கிறேன். ஈரமான தண்டில் இறங்கி வரும்பொழுது மீட்சித் தன்மை உடைய உறை ஒருவித குழாய் போன்ற அமைப்பை உருவாக்குகிறது. இதனால் நீர் வெளியேறுவது தடுக்கப்படுகிறது. இவ்வகைச் செயலே கிராமங்களில் கூரையின் கீழே கழிவு நீரைத் தேங்கியிருக்கும் இடத்திலிருந்து இரும்புக் குழாய் போல செயல்படுகிறது, மேலும், இதன் விலையும் அதிகம் இல்லை.

தண்ணீரின் மேற்பரப்பில் ஒருவகையான மீட்சித் தன்மை உடைய உறை இருப்பதை புரிந்து கொள்ளும் வகையில் பரிசோதனைகள் செய்து காட்டியுள்ளேன் என்று நினைக்கிறேன். மேற்பரப்பில் உள்ளது நீரில்லை என்று நான் சொல்லவில்லை. ஆனால் நீர் அந்த இடத்தில் வித்தியாசமாகச் செயல்படுகிறது. அதாவது மிக மெல்லிய இண்டியா ரப்பரைப் போல் மீட்சித்தன்மை உடையது. ஆனால் இண்டியா ரப்பர் அப்படிப்பட்டது இல்லை.

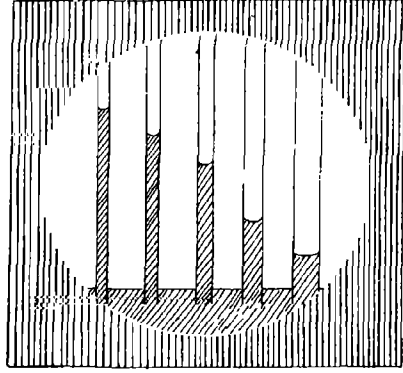
குறுகலான குழாய்களில் நீர் தன்னுடைய மட்டத்தைக் கொள்ளாமல் எதிர்பாராத வகையில் நடந்து கொள்வது எப்படி என்பதைப் புரிந்து கொள்ளும் நிலையில் இருக்கிறீர்கள். இப்பொழுது நான் விளக்கின் முன் ஒரு தட்டில் நீரை வைத்திருக்கிறேன். நீங்கள் அதனை எளிதாகப் பார்ப்பதற்காக, நீரை நீல நிறமாக்கி இருக்கிறேன். குறுகலான கண்ணாடிக் குழாயை நான் நீரினுள் செலுத்தியவுடன், நீரின் பொதுவான மட்டத்தைக் காட்டிலும் அரை அங்குலம் அதிகமாக நீர் குழாயினுள் புகுந்து நிற்கிறது, குழாயின் உட்புறம் ஈரமாக உள்ளது. நீரின் மீட்சித் தன்மையுடைய உறை குழாயின் பக்கங்களில் இணைந்து மேலும் மேலும் நீரை இழுக்கிறது. பொதுவான மட்டத்திற்கு மேலே நிற்கும் நீரின் எடையும் மீட்சித்தன்மை உடைய உறை ஏற்படுத்தும் விசையும் சமமாகும் வரை இது நிகழும், இதைப்

போல் இரு மடங்கு பெரிய குழாயை எடுத்துக் கொண்டால் குழாயின் உட்புறம் முழுவதும் நீரை இழுக்கும் செயல் நடைபெறுகிறது. இரு மடங்கு எடையுள்ள நீர் மேலிழுக்கப்பட்டாலும் இரண்டு மடங்கு உயரத்திற்கு நிற்பதில்லை. ஏனெனில் சிறிய குழாயை விட பெரிய குழாயானது ஒரு குறிப்பிட்ட நீளத்திற்கு அந்த அளவு அதிகமாக நீரை நிரப்பிக் கொள்கிறது. சிறிய குழாயில் மேலிழுக்கப்பட்ட உயரத்திற்கு பெரிய குழாயில் இழுக்கப் படாததற்குக் காரணம் அதே அளவு உயரத்திற்கு மேலே இழுத்தால் எழுகின்ற நீரின் எடை நான்கு மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். நீங்கள் முதலில் நினைப்பதைப் போல் இரு மடங்கு கூட அதிகம் இல்லை. ஆகவே பெரிய குழாயில் பாதிளவு உயரத்திற்கே நீர் எழுகிறது. இரண்டு குழாய்களையும் பக்கத்தில் வைத்துப் பார்த்தால் பெரிய குழாயில் நீர் நிற்பதை நீங்கள் பார்க்கலாம். இதைப் போல, மிக மெல்லிய மயிரிழை அளவுள்ள குழாயை நான் எடுத்துக் கொண்டால் உயரத்திற்கு உயரும், இது தந்துகித்தன்மை¹² என்று அழைக்கப்படுகிறது, இலத்தீன் மொழியில் "காப்பிலஸ்" என்பது தலை முடியைக் குறிக்கும், மயிரிழை அளவு உள்ள குழாயில் இத்தகைய செயல் நடைபெறுவதால் தந்துகித் தன்மை என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உங்களிடம் பல்வேறு அளவுகளில் இத்தகைய கண்ணாடிக் குழாய்கள் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்ளுங்கள். அவற்றை வரிசையாக மிகச் சிறிய குழாய் ஒரு பக்கமாகவும், மற்றவை அவற்றின் அளவிற்கு ஏற்றவாறு அடுத்தடுத்தும் வைக்க வேண்டும். நீர் மிக மெல்லிய குழாயில் மிக அதிக உயரத்திற்கும் அடுத்து வரும் குழாய்களில் குறைந்து கொண்டே வந்தும், மிக மிகப் பெரிய குழாயில் நீரில் மட்டம் ஏறாமலேயே இருப்பது தெரியும். (படம் 8). இதே விளைவை வேறு வகையிலும் எளிதாக நீங்கள் செய்து பார்க்கலாம். இரண்டு சதுர வடிவ ஜன்னல்

சொற்பொழிவு - 1

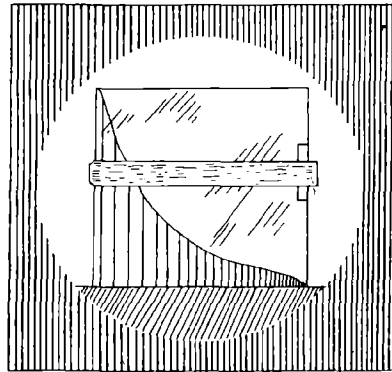
தண்ணாடி களை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். அவற்றை ஒன்றை நோக்கி ஒன்று இருக்குமாறு பொருத்தி. அவற்றின் இடையே சாதாரண தீக்குச்சி அல்லது சிறு பொருளின் பகுதியை ஒரு முனையில் வைத்து, மறுமுனையில் இரு தகடுகளை



படம் 8

யும் இணைத்து வைக்க வேண்டும். இண்டியா ரப்பர் வளையம் (ரப்பர் பாண்ட்) ஒன்றைக் கொண்டு இந்த அமைப்பை இதே நிலையில் இருக்குமாறு இழுத்துப் பொருத்த வேண்டும். நிறமேற்றப்பட்ட நீர் இருக்கும் பாத்திரத்தில் நான் இந்த இரு தகடுகளையும் நிறுத்துகிறேன். உடனேயே, நீர் மேலெழுந்து தகடுகள் இரண்டும் இணைந்திருக்கும் பகுதியில் அதிக உயரத்தில் நிற்கிறது. தகடுகளினிடையே உள்ள இடைவெளி மெல்ல அதிகரிக்கும் பொழுது மேலேறும் நீரின் உயரமும்

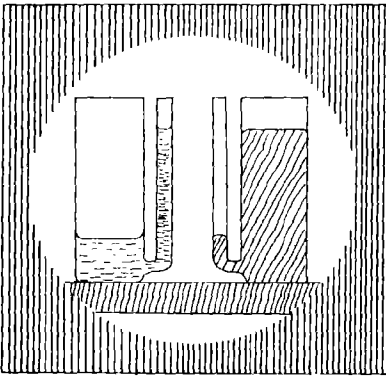
குறைந்து கொண்டே வருகிறது. இதன் பயனாக நீரின் மேற்பரப்பு அழகிய நேர்த்தியான வளைவு ஒன்றை உருவாக்குகிறது. இதனை கணித வல்லுனர்கள் செவ்வக அதிபர வளைவு (Hyperbola) (படம் 9) என்று அழைக்கின்றனர். இதைப்



படம் 9

பற்றியும் இன்னும் பற்பல வளைவுகளைக் குறித்தும் பின்னர் நான் விரிவாகக் கூறப்போவதால் இங்கு அதிபரவளைவு¹³ என்று கூறுவதுடன் நிறுத்திக் கொள்கிறேன். இரண்டு தகடுகளின் இடையே உள்ள அகலம் அதிகமாகும் பொழுது உயரம் குறைகிறது. இதனால் அதிபரவளைவு உருவாகிறது. இதனிடையே, வளைவின் எந்த ஒரு சிறு பகுதியிலும் மேலே இழுக்கப்படும் திரவத்தின் எடை எப்பொழுதும் ஒரே மாதிரியாக உள்ளது என்றும் சொல்லலாம்.

தகடுகளோ அல்லது குழாய்களோ நீரால் நனைக்கப்படாத பொருட்களால் செய்யப்பட்டதாக இருந்தால். பரப்பு இழுவிசையில் விளைவாக திரவமானது குறுகிய இடைவெளியை விட்டு விலகி இழுக்கப்படும். இடைவெளி மிகவும் குறுகியதாக இருந்தால் இது மேலும் அதிகமாக விலகும். பாரஃபின் மெழுகு பூசப்பட்ட கண்ணாடித் தகடு அல்லது குழாயையும் தண்ணீரையும் கொண்டு இதனை எளிதாக செய்து காட்ட முடியாததால் நான் சுத்தமான, கண்ணாடியை நனைக்காத மற்றொரு திரவமாகிய பாதரசத்தை¹⁴ உபயோகிக்கப் போகிறேன். பாதரசத்தின் வழியாக பார்க்க முடியாததால், ஒரு குறுகிய குழாயை திரவத்தினுள் போட்டு, குழாயினுள் உள்ள திரவத்தின் மட்டம் பாத்திரத்தின்



படம் 10

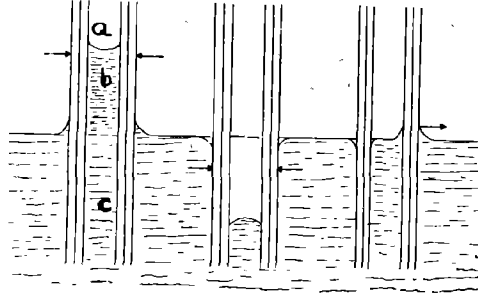
மட்டத்தை விட தாழ்வாக உள்ளது என்று கூற முடியாது. ஆனால் ஒரு அகலமான குழாயையும் குறுகலான குழாயையும் ஒன்றாக இணைப்பதன் மூலம் இதே விளைவைப் பெறலாம். திரையில், பாதரசம் குறுகிய குழாயில் அகன்ற குழா

சொற்பொழிவு - 1

யைக் காட்டி லும் தாழ்வாக உள்ளதைப் பார்க்கலாம். இதுவே தண்ணீர் இந்த அமைப்புக்கு எதிரிடையாக உள்ளது, (படம் 10).

இரண்டு தட்டையான தகடுகளின் ஒரு பகுதி நீரினுள் மூழ்கி இருக்குமாறு அருகருகே பிடித்துக் கொண்டால் என்ன நிகழும் என்பதை நீங்கள் கவனிக்க வேண்டும். இரண்டுக்கும் இடையே நீர் மேலே உயரும் என்பதை நாம் பார்த்தோம்.

இவ்விரண்டு தட்டுகளிடையே உள்ளே யும் வெளியேயும் எப்பகுதியில் காற்று உள்ளதோ (படம் 11 ல் 'a' என்று குறிக்கப்படும் பகுதி) அப் பகுதியில் காற்றின் அழுத்தத்தால் இரு தகடுகளும் சமமாக எதிரெதிர் திசைகளில்



படம் 11

அழுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே, இப்பகுதியில் ஒன்றையொன்று நெருங்கியோ அல்லது விலகியோ செல்வதில்லை இரு பகுதி களிலும் தண்ணீர் இருக்கும் பகுதிகளில் (C என்னும் பகுதி) நீரில் அழுத்தத்தால் இரு தகடுகளும் எதிரெதிர் திசைகளில் அழுத்தம் பெறுகின்றன. ஆதலால், இப்பகுதியும் நெருங்கியோ அல்லது விலகியோ செல்வதில்லை. ஆனால் தட்டுகளின் பாகங்களில் B என்று குறிப்பிடப்படும் பகுதியின் இடையில் நீரும் வெளியே காற்று ஏற் படுத்தும் விசையைக் காட்டிலும் அதிகமாக இருப்பதால் தகடுகள் இரண்டும் விலக்கித் தள்ளப்படும் என்று நினைப்பீர்கள். ஆகவே அசையக் கூடிய ஜோடி தகடுகள் எளிதாக உடனேயே பிரிந்துவிடும் என்று எதிர்பார்ப்பீர்கள். இது மிகவும் இயற்கையான எண்ணம்; இருந்தாலும் தவறானது! காரணம்,

தகடுகளுக்கிடையே பொது மட்டத்தைவிட உயர்ந்திருக்கும் நீர்மட்டம், குறைந்த அழுத்தத்தால் உருவானது, ஏனெனில் நீரினுள் கீழே செல்லச் செல்ல அழுத்தம் அதிகரிக்கும் என்பதை அனைவரும் அறிவீர்கள். மேலே செல்லும் பொழுது அழுத்தம் குறைகிறது. அவ்வகையில் தகடுகளின் இடையே உள்ள நீர் வெளியே உள்ள காற்றை விட குறைவான அழுத்தத்திற்கு உட்படுகிறது. ஆகவே, மொத்தத்தில் தகடுகள் ஒன்றுடன் ஒன்று இழுக்கப்படுகின்றன. இதுதான் நிகழ்கிறது என்பதை நீங்கள் எளிதாகக் காணலாம். என்னிடம் இரண்டு உள்ளீடற்ற கண்ணாடி மணிகள் உள்ளன. அவை கிறிஸ்துமஸ் மரத்தை¹⁵ அலங்கரிக்க உதவும் மணிகள் போன்றவை. ஒரு முனை அரக்கினால் மூடப்பட்டால், இவை நீரில் மிதக்கக் கூடியவை. இவை இரண்டும் நீரால் நனைக்கப்பட்டவுடன், இடையில் உள்ள நீர் சிறிது உயர்த்தப்படுகிறது. இரண்டு தட்டுகளின் இடையே நிகழ்ந்ததைப் போலவே இவை செயல்படுகின்றன. ஆனால் அந்த அளவு ஆற்றல் மிக்கதாக இல்லை. நான் இவற்றைத் தனியே விட்டவுடன் அவை குறிப்பிட்ட விசையுடன் ஒன்றாக ஒடுவதைக் காண்பது உங்களுக்குக் கடினமாக இருக்காது. நீங்கள் படத்தில் இரண்டாவதாகக் காட்டப்பட்டுள்ள வடிவத்தைக் கவனித்தால், அங்கு இரண்டு தகடுகளுமே நனைக்கப் படாதவையாக உள்ளன. நான் எதையும் விவரித்துக் கூறாமலேயே இரு தகடுகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று பொருந்தி யிருப்பது வெளிப்படும் வண்ணம் இந்தப் பரிசோதனை அமைக்கப்பட்டிருப்பதை நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள், பாரஃபின் மெழுகில் தோய்த்து எடுக்கப்பட்ட வேறு இரு மணிகளைத் தண்ணீரில் விட்டால். அவை நீரால் நனைக்கப்படாமல் ஒன்றை நோக்கி ஒன்று மிதந்து வருகின்றன. சுத்தமான மணிகள் ஒன்றை யொன்று கவர்வது போல் இவை செயல்படுகின்றன.

இந்த இரு வகைகளையும் நீங்கள் எடுத்துக் கொண்டால், நனைக்கப்பட்ட தட்டானது திரவத்தின்

உயர்மட்டத்தை நோக்கி நகரத் தலைப்படுவதைக் காண்பீர்கள். இதுவே நனைக்கப்படாத தட்டானது கீழ் மட்டத்தை நோக்கி நகரும். அதாவது, திரவத்தின் மட்டமானது தந்துகித் தன்மையின் செயல்பாடு மூலம் தட்டின் இரு புறங்களிலும் வேறுபடுத்தப்பட்டால் இவ்வாறு நிகழும். இப்பொழுது ஒரு தட்டு நனைக்கப் படும் மற்றொன்று நனைக்கப்படாமலும் உள்ளதென்று வைத்துக்கொண்டால் படத்தில் இருப்பது போல், இரு தட்டுகளுக்கும் இடையே நனைக்கப்படாத தட்டை நீர் சந்திக்கும் இடம் வெளியே உள்ள நீர் மட்டத்தைக் காட்டிலும் உயரமாக உள்ளது. இதுவே நனைக்கப்பட்ட தட்டில் வெளியே இருக்கும் மட்டத்தை விட தாழ்வாக உள்ளது. ஆகவே; இரண்டு தட்டுகளும் ஒன்றையொன்று விலகிச் செல்கின்றன. ஒரே நீர்ப்பரப்பில் பாரஃபின் மெழுகில் தோய்க்கப்பட்ட பந்தும், சுத்தமான பந்தும் மிதக்கும் பொழுது ஒன்றை ஒன்று விட்டு விலகிச் செல்கின்றன.

திரவத்தின் பரப்பு நனைக்கப்பட்ட தட்டில் வளைந்து இருப்பதைக் கவனித்திருப்பீர்கள், இதில் வளைவின் குழிந்த பகுதி மேல் தளத்தின் வளைபரப்பு மிக முக்கியமானதாகையால் நான் உங்களுக்கு மிக எளிமையான பரிசோதனையைச் செய்து காட்டப் போகிறேன். முன்பு கூறியதைப் போன்றே மிக எளிதாக வீட்டில் நீங்கள் இதனை மறுமுறை செய்து பார்க்க முடியும். என்னிடத்தில் ஒரு சுத்தமான கண்ணாடி மணி, சுத்தமான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் உள்ள நீரில் மிதந்து கொண்டிருக்கிறது. பாத்திரத்தில் முழுவதுமாக நீர் நிரப்பப்படவில்லை. எப்பொழுதும் மணி, பாத்திரத்தின் ஓரத்தை நோக்கியே செல்கிறது. அதை நடுவில் இருக்கச் செய்வது இயலாததாகவே உள்ளது. எப்பொழுதும் நேராக ஒரு புறத்திலோ அல்லது மறுபுறத்திலோ நிற்கிறது. இப்பொழுது நான் நீரின் மட்டம் பாத்திரத்தின்

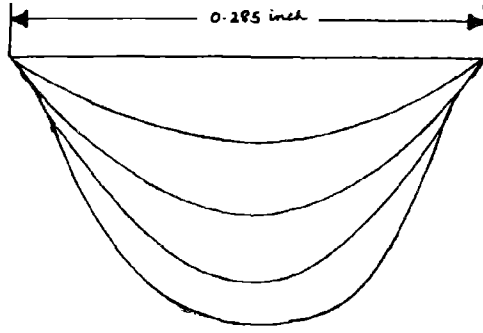
சோப்புக் குமிழ்கள்

விளிம்பிற்கும் அதிகமாக இருக்குமாறு மெதுவாக நிரப்புகிறேன். அப்பொழுது, நீரின் பரப்பு பாத்திரத்தின் அருகில் குவிந்தும், மணியின் அருகில் குழிவாகவும் இருப்பதால் மணி மெதுவாக மையத்தை நோக்கி மிதந்து செல்கிறது. மெழுகில் தோய்க்கப்பட்ட மணியில் இது நேர்மாறாக இருக்குமென்று எதிர்பார்ப்பீர்கள். பாரஃபின் மெழுகு பூசப்பட்ட மணிக்கு பதிலாக சாதாரண ஊசியைத் தம்பளரில் உள்ள நீரில் மிக மென்மையாக வைக்கும்பொழுது அது மிதக்கிறது. தம்பளர் முழுதும் நிறைந்திருக்காவிட்டால் ஊசி ஓரத் திலிருந்து விலகிச் செல்லும். அதிகமாக நிறைந்திருந்தால் ஒரே பக்கத்தில் ஒதுங்கி பின்பு ஓரத்தில் வாழிந்து ஓடக்கூடும். இதுவே கண்ணாடியில் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் எவ்விதக் குமிழியாக இருந்தாலும் மிகவும் ஆச்சரியமளிக்கும் வகையில் திடீரென்று ஓரத்திலிருந்து விலகிச் செல்லும். இவ்வித திடீர் மாறுபாட்டை கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை நீரால் பெரும்பாலும் நிரப்பிவிட்டு, பின்பு மெதுவாக ஒரு தக்கையை தோய்த்தெடுப்பதன் மூலம் எளிதாகக் காண முடியும். இதன் மூலம் நீரின் மட்டம் மெதுவாக மாற்றமடையும்.

இதுவரையில் நான் நீரின் மீட்சித் தன்மையுடைய உறை ஏற்படுத்தும் விசையைப் பற்றி எவ்விதக் கருத்தையும் அளிக்கவில்லை. இந்தக் குறுகலான குழாய்களால் நீர்த் துளிகளில் பல்வேறு அளவுகளில் எடுக்கப்பட்ட அளவுகள் எல்லாம் இவ்வுறை கிட்டத்தட்ட ஒரு அங்குலத்தின் மூன்றே கால் க்ரெய்ன்¹⁶ (Grain) எடையையே சரியாகக் கொண்டிருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. மேலும் மற்ற திரவங்களும் இவ்வாறே செயல்படுகின்றனவா என்பதையும், அப்படி இருந்தால் மீட்சித் தன்மை உடைய உறையின் பலமும் அதேமாதிரி இருக்கின்றதா என்பதையும் நாம் பார்க்கவில்லை.

சொற்பொழிவு - 1

முன்பு நீர்த்
துளிகளை உரு
வாக்கிய குழாயைப்
போன்ற இரண்டா
வதாக மற்றுமொரு
குழாயை இங்கே
பாருங்கள்.
ஆனால், இங்கே
உபயோகிக்கப்
படும் திரவம் ஆல்
கஹால்¹⁷ ஆகும்.
இப்பொழுது
துளிகள் வடிவம்



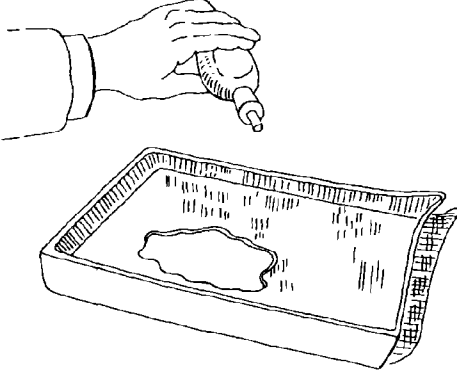
படம் 12

பெறுகின்றன. ஆல்கஹால் ஒரு குறிப்பிட்ட வடிவத்தையும்
அளவையும் பெற்ற துளிகள் உருவான உடனேயே
விழுந்து விடுகின்றன. அருகில் உருவாகும் நீர்த்துளிகளைப்
போல் எவ்விதத்திலும் பெரிய அளவுள்ள தாக ஆல்கஹால்
துளிகள் இருப்பதில்லை. இரண்டு வகையான காரணங்
களைக் கொண்டு இதனை விளக்கலாம். நீரைவிட
ஆல்கஹால் கனமாகவும், ஒவ்வொரு திரவத்திலும்
உள்ள உறையின் பலமும் ஒரே மாதிரி இருந்தால் உருவாகும்
துளி சிறியதாக இருக்கிறது என்றோ, அல்லது ஆல்கஹால்
நீரை விட லேசானது, இதனால் உறை பலவீனமானதாக
இருக்கிறது என்றோ கூற முடியும். உண்மையில் ஆல்கஹால்
நீரைவிட லேசான திரவம். ஆகவே நீரின் உறையைவிட
ஆல்கஹால் மேலும் பலவீனமான உறையையே
கொண்டிருக்கிறது.

இதை மெய்ப்பிக்க நாம் ஒரு சிறிய எளிய பரி
சோதனையைச் செய்து பார்க்கலாம். பலபரிட்சை
என்னும் விளையாட்டில் எந்தப் பக்கம் வலிமையானது
என்பது உங்களுக்கு நன்றாகவே விளங்கும். கோட்டைத்
தாண்டி எந்தப் பக்கம் மற்றதை இழுக்கிறதோ அதுவே
வலிமையானது. நீரை நீங்கள் நன்றாகப் பார்ப்பதற்காக

சோப்புக் குமிழ்கள்

அது நீல நிறமாக்கப்பட்ட இருக்கிறது. இந்த வெண்மையான தட்டின் அடியில் ஆழமில்லாத படலமாக தண்ணீர் நிற்கிறது. இந்நேரத்தில் நீரின் மேல் உறை எல்லா திசைகளிலும் சமமாக இழுக்கப்படுகிறது. ஆகவே



படம் 13

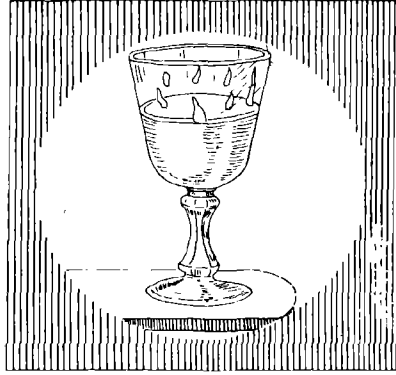
ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. ஆனால் சில துளிகள் ஆல்கஹாலை மையத்தில் ஊற்றும் போது நீரிலிருந்து ஆல்கஹால் பிரிக்கும் கோட்டின் ஒரு புறத்தில் ஆல்கஹால் உட்புறத்தை நோக்கி

இழுத்துக் கொண்டும், மறுபுறத்தில் நீர் வெளியே இழுத்துக் கொண்டும் இருப்பதைப் பார்க்கிறோம். முடிவைப் பார்க்கலாம். நீரின் வெற்றியடைகிறது. எல்லா திசைகளிலும் தன்னுடன் ஆல்கஹாலைச் சேர்த்துக் கொண்டு ஓடி விடுகிறது. தட்டின் அடிப்பக்கம் உலர்ந்து காணப்படுகிறது (படம் 13)

ஆல்கஹால், நீர் போன்றவற்றின் உறை வலிமையில் வேறுபாடு உள்ளது. அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ ஆல்கஹால் கலக்கப்பட்ட நீர் உள்ள மதுக்கோப்பையில் ஆர்வமூட்டும் வகையில் ஓர் இயக்கம் ஏற்படுவதை நீங்கள் பார்த்திருக்கலாம். அடர்த்தியான மது¹⁸ போர்ட்¹⁹ என்றழைக்கப்படும் வகை வைக்கப்பட்டுள்ள கோப்பையில் இது நிகழ்கிறது. கண்ணாடிக் கோப்பையின் பக்கச் சுவரில் திரவம் மேலே எழுந்து பிறகு துளிகளாகச் சேகரமாகி மீண்டும் கீழே விழும். இதைப்

சொற்பொழிவு - 1

போலவே நெடுநேரம் தொடர்ந்து நடை பெறும். இதைப்பின்வருமாறு விளக்கலாம். கோப்பையின் சுவரிலுள்ள மெல்லிய மதுப் படலத்தில் உள்ள ஆல்கஹாலில் காற்றுபடும்பொழுது, அது வேகமாக ஆவியாகிறது²⁰. இது கோப்பையின் உள்ளே உள்ள மதுவை விட வேகமாக நடைபெறுகிறது. ஆகவே ஆல்கஹாலின் அளவு குறைவதால் நீரின் வலிமை அதிகமாகி



படம் 14

உள்ளே இருக்கும் திரவத்தைவிட வலிமையான உறையைப் பெறுகிறது. இதனால் கீழேயுள்ள மதுவை மேலிழுக்கிறது. துளிகள் மீண்டும் கோப்பைக்குள் வழிந்தோடுகிறது (படம் 14) இவ் வியக்கம் பற்றிய குறிப்பு பழமொழிகளில்²¹ (XXIII 31) கூறப்பட்டுள்ளது. "கோப்பையில் ஊற்றப்பட்ட மது கொடுக்கும் சிவந்த நிறத்தை நீ பார்க்காதே, அது அசையும் பொழுது மட்டுமே சரியாக உள்ளது".

அடர்த்தியான மதுவில் மட்டுமே இவ்வகையான அசைவு நிகழ்கிறது என்பதை நீங்கள் நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இச்சொற்கள் எழுதப்பட்ட காலத்திலேயே மதுவின் அடர்த்தியைக் கண்டறிய இந்தச் சோதனை பயன்பட்டிருக்கிறது!. ஏனெனில் அக்கால கட்டத்தில் எல்லோருமே மது அருந்தினர். இதனால் மேலே குறிப்பிட்ட மேற்கோளின் விளக்கம் சரியானது என்பதை நீங்கள் ஒப்புக் கொள்வீர்கள். இதைப் போலவே மற்ற பகுதிகளில் கூறப்பட்ட கருத்துக்களின் பொருள் இப்பொழுது விளங்காமலிருந்தால் நாம் அக்காலத்தில்

நிலவிய பழக்க வழக்கங்களையும் மக்கள் கொண்டிருந்த பட்டறிவையும் ஆராய்ந்து அறிய வேண்டும். பெரும் பாலும் இவற்றை இன்று நாம் அறியாதவர்களாகவே இருக்கிறோம்.

இதைப்போலவே ஈதர்²² எனப்படும் திரவமும் நீரின் உறையைவிட பலவீனமான ஓர் உறையைக் கொண்டுள்ளது. நீர் பரப்பின் மீது வைக்கப்பட்ட கம்பிச் சட்டம் இன்னும் நீர் உறையை எதிர்த்துக் கொண்டிருக்கிறது. கண்ணாடிக் குடுவையின் பாய் திறனானது²³ அதனை வெளித்தள்ள முயற்சிக்கிறது. ஆனால் மேல் நோக்கு விசை போதுமானதாக இல்லை. நான் சிறிது ஈதரை கண்ணாடியில் ஊற்றுகிறேன். அதாவது நீர்ப் பரப்பின் மீது ஈதர் ஆவியைச் செலுத்துகிறேன் (ஒரு துளி திரவம் கூட உள்ளே செல்லவில்லை) உடனே, போதுமான அளவு ஈதர் குளிர்ந்து உறையின் வலிமையைக் குறைக்கிறது. நீரை விட்டு கம்பிச் சட்டமானது வெளியே குதிக்கும் அளவிற்கு இத்தகைய குளிர்விக்கும் நிலை ஏற்படுகிறது.

இரண்டு திரவங்களின் வலிமையினிடையே உள்ள வேறுபாடு ஒரு தொந்தரவாக இருக்கலாம். ஆனால் அதனை எவ்வாறு உபயோகிக்க வேண்டுமோ அவ்வாறு செய்தால் அதுவே நல்ல பயனாக அமைகிறது. நாம் எல்லோரும் நன்கு அறிந்த ஒரு உதாரணம். உங்கள் மேல் அங்கியில் கொழுப்பு கலந்த எண்ணெய் கறை²⁴ ஏற்பட்டால் நீங்கள் பென்சீனைக்²⁵ கொண்டு மிக நன்றாக நீக்கி விடலாம். மெழுகுக்கறை மீது புதிய பென்சீனைத் தடவிவிட்டு மீண்டும் அதே இடத்தில் பென்சீனை பூச வேண்டும். முதலில் இருந்த எண்ணெய் பசையுடன் கூடிய பென்சீன் மீது இப்பொழுது நீங்கள் புதிய பென்சீனை ஊற்றி இருக்கிறீர்கள். அதன் பலன் இதோ தூய்மையான பென்சீனை விட கறையுடன் கூடிய பென்சீன் வலிமையான உறையைக் கொண்டிருக்கிறது. ஆகவே கறையான

சொற்பொழிவு - 1

பென்சீன் தூய்மையானபென்சீனுடன் பலபரிட்சை நடத்தி வெற்றி பெற்று எல்லா திசைகளிலும் ஓடி விடுகிறது. மேலும் தூய்மையான பென்சீனைத் தடவும் பொழுது கறையான பென்சீன் தன்னுடன் கறையை எடுத்துக் கொண்டு ஓடிவிடுகிறது. புட்டியின் வெளியே குறிப்பிட்டிருக்கும் உபயோகிக்கும் முறையைப் பின் பற்றும்பொழுது முதலில் தூய்மையான பென்சீனை கறைபடிந்த இடத்தைச் சுற்றி வளையமாகத் தடவ வேண்டும். பிறகு கறையான இடத்தில் பென்சீனை ஊற்ற வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் தூய்மையான பென்சீனிடமிருந்து கறைபடிந்த பென்சீன் விலகி மையத்தில் சேகரமாகிறது. இது மேலும் ஊற்றப்படும் பென்சீன் மூலம் வெளியேறி கறை முழுவதுமாக நீக்கப்படுகிறது.

சூடான மெழுகுக்கும் குளிர்ந்த மெழுகுக்கு மிடையே வேறுபாடு உள்ளது. நீங்கள் வீட்டுக்குச் சென்றவுடன் ஒரு சாதாரண மெழுகுவர்த்தி எரியும் போது கவனியுங்கள். சுடருக்கு அருகில் உள்ள மெழுகு வெளியே விளிம்பிற்கு அருகில் உள்ளதை விட சூடானதாக உள்ளது. ஆகவே, அதன் உறை வலிமையற்றதாக உள்ளது. இதனால், தொடர்ச்சியான சுழற்சி ஏற்படுத்தப்பட்டு, மெழுகு மேற்பரப்பிலிருந்து ஓடி கீழிறங்கி மீண்டும் எரிகிறது. மெழுகு ஓடும்பொழுது சிறு தூசுகளையும் உடனெடுத்துச் செல்வதால் இந்த இயக்கத்தை நம்மால் பார்க்க முடிகிறது. மெழுகு வர்த்தியும் தொடர்ந்து எரிகிறது.

மெழுகுக் கறைகளை ஒரு சூடான ஊசி மற்றும் மை உறிஞ்சும் தாளின் மூலம் எவ்வாறு நீக்க வேண்டும் என்பதை நீங்கள் அறிந்திருக்கக் கூடும். இங்கும் அதே விதமான செயல்தான் நிகழ்கிறது.

மற்றுமொரு உதாரணம். நீரின் மேல் எரிகின்ற கற்பூரம்²⁶ இயங்குவதற்குக் காரணம் நீரின் மேல் உறை

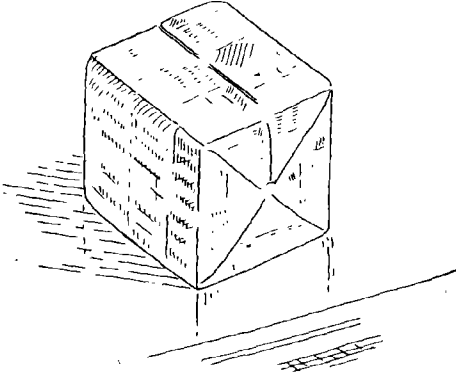
யின் வலிமையில் ஏற்படும் வேறுபாடே. இதுவே கற்பூரம் செயல்படக் காரணம்.

நான் இன்னும் ஓர் உதாரணம் தருகிறேன். மெழுகுத்தாளிலோ அல்லது பளபளப்பான பரப்பிலோ நீங்கள் வர்ணம் தீட்ட விரும்பினால் வர்ணம் ஒரே விதமாக படியாமல் ஒடிவிடுவது எல்லோருக்கும் தெரிந்ததே. இதனை நன்கு படியும்படி செய்ய சிறிதளவு திரவ சோப்புக்கரைசலைச் சேர்க்க வேண்டும். காரணம், சோப்புக்கரைசல் நீரின் உறை வலிமையைக் குறைத்து அதனை வர்ணம் தீட்டும் பரப்பை நனைக்கச் செய்யும். ஆனால் தூய்மையான நீர் இப்பரப்பை நனைக்காது. இவ்வாறு பரப்பு இழுவிசை குறைவதை, அதே கம்பிச் சட்டத்தை மூன்றாவது முறையாக உபயோகிப்பதன் மூலம் நீங்கள் காணலாம். ஈதர் இப்பொழுது ஆவியாகிவிட்டது. கம்பிச் சட்டத்தை நீரின் மேற்பரப்பில் வைக்கிறேன். ஆக்ஸ்கால் (Oxgall) எனப்படும் சோப்புக் கரைசலில் நனைக்கப்பட்ட தூரிகையைக் கொண்டு நீரைத் தொட்டவுடன் முன்போலவே சட்டம் திடீரென்று வெளியே குதிகிறது.

திரவத்தின் மேற்புறம் மீட்சித் தன்மையுடைய உறை குறிப்பிட்ட விசையுடன் இழுக்கப்பட்டுள்ள தன்மை உள்ளதாக இருக்கிறது என்னும் உண்மையை மேலும் உறுதிப்படுத்துவது தேவையற்றது என்று நினைக்கிறேன்.

நீங்கள் உள்ளங்கையில் அடங்கும்படியாக, சிறிதளவு நீரை எடுத்துக்கொண்டு திடீரென்று விட்டு விட்டால் என்னவாகும்? கீழே நிலத்தின் மீது மோதி சிதறும். மீண்டும் அதேயளவு நீரை எடுத்துக் கொண்டு கவனமாக லைக்கோபோடியம்²⁷ பொடி தூவப்பட்ட

பாரஃபின் மெழுகுக் கட்டியின் மேல் வைத்தால் என்னவாகும்? நீர் இதனை நனைக்காது. மேலே பிடித்துக் கொண்டிருக்காமல் கீழே விழக் காரணமாக இருக்கும் துளியின் எடை பாரஃபின் மெழுகின் மீது அழுத்தம் கொடுப்பதால், அது தட்டையான கட்டியாகிறது. இத்தகைய துளியின் எடை அல்லது விசை கீழ் நோக்கிச் செயல்படுவது தடுக்கப்பட்டால் என்ன நிகழும்? அப்பொழுது நீர்த்துளி மட்டுமே மீட்சித்தன்மை உடைய உறையின் பயனை உணரும். இந்த உறையே நீர்த் துளியின் வடிவத்திற்குக் காரணம். அதை எவ்வளவு சிறிய மேற் பரப்பு கொண்டதாக வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு சிறியதாக வைக்கிறது. வேகமாக இந்த நீர்த்துளி முழுமையான கோளவடிவ பந்தாக மாறும். ஏனெனில் பரப்பு மிகச் சிறியதாக இருப்பதற்கு இதைத்தவிர வேறு எந்த வழியுமில்லை. இவ்வளவு தண்ணீரை எடுத்துக் கொள்வதற்கு இதைத்தவிர வேறு எந்த வழியுமில்லை. இவ்வளவு தண்ணீரை எடுத்துக் கொள்வதற்கு பதிலாக ஒரு குண்டுசியின் தலையளவு நீரை எடுத்துக் கொண்டால் அது கீழே விழுவதற்கோ அல்லது சுருங்கவோ காரணமாக உள்ள எடை மிகவும் குறைவாக இருக்கும். ஆனால் உறை மிகவும் வலிமையாகவும் உண்மையில் உருவாக்கும் திறனை அதிகமாகவும் கொண்டுள்ளது. ஏன் என்பதை இப்பொழுது என்னால் விவரிக்க முடியாது. ஆகவே தேவையான அளவு குறைவாக நீரை எடுத்துக் கொள்வதன் மூலம் உறையின், உருவாக்கும் திறன்துளியின் எடை முழுவதையும் எதிர்த்துச் செயல்படுகிறது. இதனால் சிறிய துளிகள் முழுமையான பந்துகள் போல் தோற்ற மளிக்க வேண்டும். நீங்கள் இவ்விவாதத்தை புரிந்து கொள்வதைக் கடினமாக உணர்ந்தால் எளிய உதாரணம் ஒன்று அதைத் தெளிவு செய்யும். நான் இப்பொழுது கையில் பிடித்துக் கொண்டு இருப்பதைப் போன்ற பொருளை,



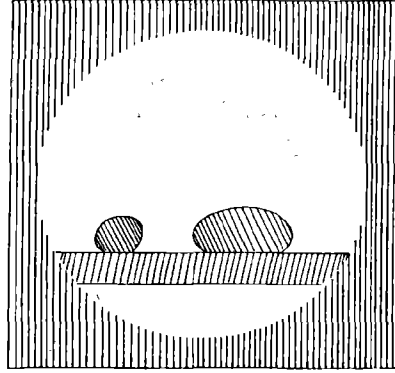
படம் 15

காகிதத்தை மடக்கி உரவாக்க முடியும். இது உங்களுக்கே தெரியும் (படம் 15) பூனைப் பெட்டி என்று அழைக்கப்படும் இதனுள் நீரை நிரப்பி வீசி எறிவதன் மூலம் பூனைகளை விரட்டும் திறனால் இவ்வாறு கூறப்படு

கிறது. இது அரை பின்ட்²⁸ கொள்ளளவு உடையது. டைம்ஸ்²⁹ நாளிதழின் ஒரு சிறு பகுதியினால் செய்யப்பட்டுள்ளது. நீங்கள் இதனை நீரால் நிரப்பி எடுத்தச் சென்று உங்கள் முழு பலத்தையும் உபயோகித்து வீசி எறியலாம். எதன் மீதாவது மோதும் வரை இதனைக் கட்டுக் கோப்பாக வைத்துக் கொள்ள காகித உறையின் வலிமை போதுமானதாக உள்ளது. அதாவது மோதும் போது இது வெடித்து நீர் வெளியே வரும். ஆனால் டைம்ஸ் நாளிதழின் முழு தாளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்ட பெரிய அளவிலானது உள்ளே ஊற்றும் நீரின் எடையைத் தாங்க முடியாததாக இருக்கின்றது. இதனுள் நீரை ஊற்றி எடுத்து எடுத்துத் செல்லலாம். ஓர் உயரத்திலிருந்து சீமே போடலாம், ஆனால் நீங்கள் வீசி எறிய முடியாது. இந்த அளவிற்கு மட்டுமே உறுதியாக உள்ளது. இதைப் போல் ஒரு திரவத்தின் வலிமையற்ற உறை அதிக அளவு திரவத்தை பந்து போல் உருவமெடுக்க வைக்காது. ஆனால், மிகச் சிறிய துளிகளை மிகவும் துல்லியமாக நீங்கள் எவ்வாறு நோக்கினாலும் கோள வடிவமாக இல்லை என்று கூற முடியாத அளவிற்கு

சொற்பொழிவு - 1

வட்டமாக உருவாக்கும். பாதரசத்தில் இதனை நன்றாக உணர முடியும். அதிக அளவு பாதரசம் தட்டையாக உருளும். மேசை யின் மீது சிறிய பாதரசத்தை வேகமாக மோதுவதால் சிதறும் மிகச் சிறிய துளிகள் உள்ள தங்கத்திலான மணிகளிலும் நீங்கள் காணலாம். அவை இப்பொழுது திடப் பெருளாக உள்ளது (படம் 16) இவற்றைச் சிறிதும்



படம் 16

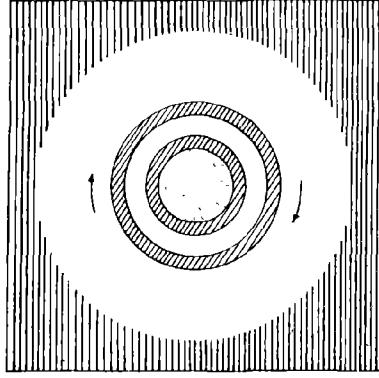
கலைக்காமல் அப்படியே உருக்கி குளிரச் செய்யும் பொழுது பெரிய மணி அதனுடைய எடையின் காரணமாக தட்டையாகிறது. ஆனால் சிறியது வட்ட வடிவத்தில் காட்சியளிக்கிறது. இதனையே நீங்கள் நீரிலும் காணலாம். மேசை மீது சிறிது வைக்கப்போடியம் தூவிவிட்டு நீரை ஊற்றினால் விழும் நீரானது சிறு சிறு பந்துகளாக மாறி உருண்டு ஓடுகின்றன. பூவானியால் தூசு நிறைந்த தெருவில் நீர் தெளிக்கும் போதும் இதனை நீங்கள் காணலாம்.

திரவங்களின் எடையை, விசை மட்டும் அவற்றை பூமியை நோக்கி இழுக்காமல் இருந்தால், பெரிய துளிகளும் சிறிய துளிகளைப் போன்று மிகச் சரியான கோளங்களாக அமையும். குருட்டுத்தனமாக பரிசோதனைகளைச் செய்யும் பிளேட்டோ இதனை முதன் முதலாக அழகாக எடுத்துக் காட்டினார். அவர் ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காத சம எடையுள்ள இரு திரவங்களை எடுத்துக் கொண்டு ஒன்றினுள் மற்றதை

வைத்தார். எண்ணெயை விட ஆல்கஹால் லேசானது. ஆனால் நீர் கனமானது. ஆல்கஹாலையும் நீரையும் குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் கலந்தால் அக்கலவை. எண்ணெயின் கனத்தை ஒத்திருக்கிறது. ஆகவே எண்ணெயானது இக்கலவையினுள் வைக்கப்படும்போது கீழே விழுவோ மேலே ஏறவோ தலைபடுவதில்லை. எனக்கு முன்னால் இருக்கும் விளக்கின் முன்பு ஆல்கஹால் மற்றும் நீர் அடங்கிய கண்ணாடித் தொட்டி ஒன்று உள்ளது. ஒரு குழாயின் மூலமாக மெதுவாக இதனுள் எண்ணெய்ச் செலுத்துகிறேன். நான் குழாயை எடுத்தவுடன் எண்ணெய் முழுமையான கோளமாக வால்நட்³⁰ (Walnut) போன்று இருப்பதை நீங்கள் பார்க்கின்றீர்கள். இங்கு இரண்டு மூன்று எண்ணெய் பந்துகள் அனைத்தும் மிகச் சரியான கோளவடிவில் இருக்கின்றன. நான் இப்பெரிய பந்துகளின் ஒரு புறத்தில் தட்டினால், அவை மெதுவாக தம்முடைய வடிவத்தை மீண்டும் அடைகின்றன. இதனை நீங்கள் கவனிக்க வேண்டும். ஆனால் சிறிய பந்துகள் வேகமாக தம்முடைய வடிவத்தைப் பெற்று வட்டமாகிவிடுகின்றன. இங்கு ஒரு பரிசோதனைக் கருவி உள்ளது. இதன் மூலம் மிக அழகான விளைவை ஏற்படுத்த முடியும். இக் கருவியைப் பற்றி நீங்கள் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியதில்லை. உங்களுக்குக் காட்டுவதற்காகவே இங்கு வைக்கப்பட்டுள்ளது. பெட்டியின் நடுவே ஒரு தட்டுடன் கூடிய அச்சு ஒன்று உள்ளது. இத்தட்டின் மீது எண்ணெயைப் பொருத்தி சுழலும். நான் மெதுவாக வேகத்தை அதிகரிக்கும்பொழுது எண்ணெய் எல்லா திசைகளிலும் பறக்க முற்படுகிறது. ஆனால் மீட்சித் தன்மையுடைய அதன் உறை இதனை நிலை நிறுத்துகிறது. விளைவு இதுதான் எண்ணெய்ப் பந்து பூமியைப் போன்றே தன்னுடைய துருவங்களில் தட்டையாக உள்ளது. வேகத்தை அதிகரிக்கும் பொழுது எண்ணெயின்

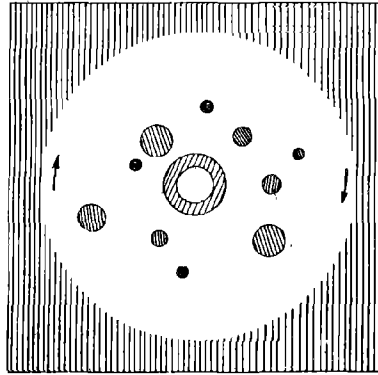
சொற்பொழிவு - 1

விட்டு விலகும் போக்கு அளவுக்கு அதிகமாகி மீட்சி உறையின் கட்டுக்கு அடங்காமல் ஒரு வளையமாகப் பிரிகிறது. (படம் 17) வேகம் குறையும் பொழுது இந்த வளையம் பந்தாகச் சுருங்குகிறது. நான் தேவையான அளவு வேகத்



படம் 17

துடன் சுற்றினால் வளையம் தொடர்சியாக பந்துகளாக உடைவதைப் பார்க்கலாம். பிளேட்டோவின் விண் கோள்கள் பற்றிய பரிசோதனையை இந்த அழகிய சோதனை உங்களுக்கு நினைவூட்டும். ஏனெனில் மையப்பொருளைச் சுற்றி ஒரே திசையில் பல்வேறு அளவுகளில் பந்துகள் ஒடுகின்றன. (படம் 18) ஆனாலும் இரண்டு உதாரணங்களிலும் செயல்படும் விசை



படம் 18

கள் முழுவதும் தனித்தன்மை வாய்ந்தவை. சூரியனையும், கோள்களையும் எவ்விதத்திலும் ஒத்தவையல்ல.

சோப்புக் குமிழ்கள்

மீட்சித் தன்மை உடைய உறையக் கொண்டு ஒரு திரவத்தில் பெரிய பந்தை உருவாக்க முடியும் என்று பார்த்தோம். இதற்குத் தொந்தரவாக அமையும் எடையைச் சமப்படுத்துவதன் மூலம் திரவப் பந்தை உருவாக்குவதை கடைசி பரிசோதனையில் கண்டோம். ஒரு சோப்புக் குமிழியில் இத்தகைய தொந்தரவு விளைவு இல்லை. ஏனெனில் இது மிகவும் மெல்லியதாகவும் மிகக் குறைந்த எடையுடனும் இருக்கிறது. சோப்புக் குமிழி யானது துல்லியமாக கோள வடிவத்தில் இருப்பது உங்களுள்ளோருக்கும் தெரியும். இப்பொழுது ஏன் கோள வடிவில் இருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்வீர்கள். ஏனெனில் மீட்சி உறை தம்மால் இயன்றவரை தன்னைச் சிறிய அளவில் வைத்துக் கொள்ள முயற்சிக்கிறது. ஆகவே அதுதன்னுடைய மேற் பரப்பைச் சிறியதாக உள்ள வடிவத்தைக் கொள்ள வேண்டும். கொடுக்கப்பட்ட பொருளின் மேற் பரப்பில் மிகச் சிறிய வடிவத்தைப் பெற்றிருப்பது கோளமே ஆகும். இங்கு நான் ஒன்றை கவனிக்க வேண்டுகிறேன். பெய்ஸ்³¹ எனப்படும் மிருதுவான கம்பளியினால் மூடப்பட்ட மட்டையைக் கொண்டு தட்டும் பொழுது சிறிய துளிகளைக் காட்டிலும் பெரிய எண்ணெய் துளிகள் மெதுவாக அசைந்தாடுகின்றன.

இன்றைய தினம் நான் விளக்க முயற்சித்த முக்கிய முடிவு இதுதான். திரவத்தின் வெளிப்புறம் ஒரு மீட்சித் தன்மையுடைய உறை போல் செயல்படுகிறது. இந்த உறை இயன்றவரை தம்முள் இருக்கும் திரவத்தை எவ்வளவு சிறிதாக இருக்கச் செய்ய முடியுமோ அவ்வளவு சிறிய வடிவத்தில் உருவாக்குகிறது. பொதுவாக அளவு அதிகமுள்ள திரவத்தின் எடை, அவற்றின் மெல்லிய மீட்சி உறைக்குக் கட்டுப்படாததால், உறையின் ஆற்றல்

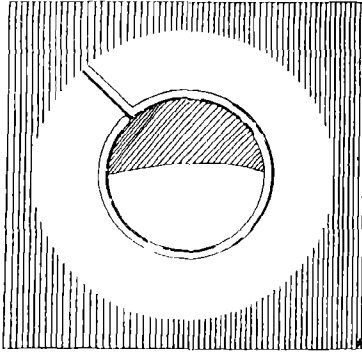
சொற்பொழிவு - 1

உணரப்படுவதில்லை. இத்தகைய தொந்தரவாக விளங்கும் எடையின் விளைவை ஒரு திரவத்தை மற்றொரு திரவத்தில் செலுத்துவதன் மூலம் விலக்கலாம். இரண்டு திரவங்களும் ஒரே எடை உள்ளதாகவும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காத வையாகவும் இருக்க வேண்டும். இத்தகைய எடை மிகச் சிறிய துளிகளைப் பரிசோதிக்கும் போது உணரத்தக்கதாக இருப்பதில்லை, அல்லது ஒரு குமிழி ஊதப்படும் பொழுது எடை என்பது ஏறக்குறைய ஒன்றுமே இல்லாததாக இருக்கிறது. ஆனால் உறையின் மீட்சித்திறன் எப்பொழுதையும் விட அதிகமாக உள்ளது.

சொற்பொழிவு - 2

சென்ற சொற்பொழிவில் சோப்புப் படலம் அல்லது குமிழி உண்மையில் இழுக்கப்பட்ட நிலையில் உள்ள இந்திய ரப்பர் துண்டு போன்று மீட்சித் தன்மை உடையதாக உள்ளது என்பதற்கு எவ்வித நேரடிப் பரிசோதனையும் நான் செய்து காட்டவில்லை.

சோப்பு குமிழி மெல்லிய திரவப்படலத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. மீட்சித் தன்மையுடைய உறை போன்ற உட்பரப்பையும் வெளிப்பரப்பையும் கொண்டுள்ளது. இதனைப் பல வகையாகச் செய்து காட்டலாம். ஒரு வளையத்தின் குறுக்கே தொய் வாக ஒரு நூலைக் கட்டி சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்து எடுப்பதன் மூலம் மிக எளிமையாக விளக்கலாம். வெளியே எடுக்கும்போது வளையத் தின் மேல் படர்ந்திருக்கும் படலத்தில் மிக எளிதாக நூல் அசைவதை நீங்கள் திரையில் காண



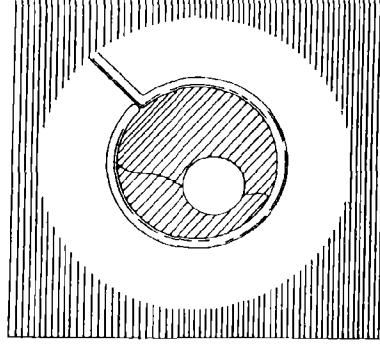
படம் 19

கிறீர்கள். ஆனால் நான் ஒரு பக்கத்தில் இருக்கும் படலத்தை உடைக்கும் பொழுது நூலானது மறு பக்கத்தில் உள்ள படலத்தால் எவ்வளவு தூரம் உள்ளிழுக்கப்படுமோ அவ்வளவு இழுக்கப்பட்டு

இறுக்கமான நிலைக்கு வருகிறது. (படம் 19) மேலும் அது முழுமையான வட்டத்தின் ஒரு பகுதியாக விளங்கு

சொற்பொழிவு - 2

வதையும் கவனித்திருப்பீர்கள். ஏனெனில் அவ்வடிவமானது ஒரு புறத்தில் உள்ள இடத்தை அதிகமாகவும். இதன் காரணமாக மறுபுறத்தில் அதாவது படலம் இருக்கும் இடத்தில் எவ்வளவு குறைவாக வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு குறைவாக வைக்கிறது. இந்த இரண்டாவது வளையத்தில் மையத்தில் நூல் சிறிது நீளத்திற்கு இரட்டையாக உள்ளது. நூல்களுக்கு இடையே உள்ள பட



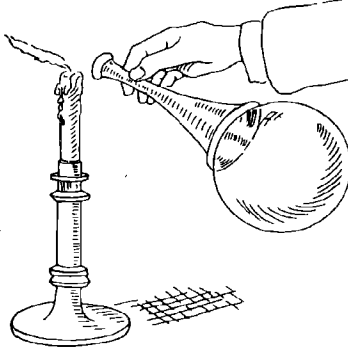
படம் 20

லத்தை உடைத்தவுடன் இழைகள் இரண்டும் எதிரெதிர் பக்கமாக இழுக்கப்பட்டு ஒரு முழுமையான வட்டமாகிறது. (படம் 20) ஏனெனில் உள்ளிழுக்கும் இடத்தை எவ்வளவுக்கு அதிகமாக வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு அதிகமாகவும். வெளியே எவ்வளவு குறைவாக வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு குறைவாகவும் வைக்க வட்டத்தினால் மட்டுமே முடியும். இந்த வட்டமானது தன்னுடைய வடிவத்தை இழக்காமல் வளையத்துக்குள் எளிதாக நகர முடிவதை நீங்கள் காண்கிறீர்கள். வட்டத்தின் இத்தகைய அசைவு அதற்கு வெளியே இருக்கும் இடத்தில் எவ்வித மாறுபாட்டையும் உருவாக்குவதில்லை.

ஒரு கம்பி வளையத்தின் மேல் ஒரு குமிழியை ஊதியிருக்கிறேன். அதற்கு மேல் ஒரு சிறிய வளை எதிர்த்து தொங்க விட்டிருக்கிறேன். மேலும் என்ன நிகழ்கிறது என்பதைத் தெளிவாகக் காட்ட சிறிது புகையை குமிழிக்குள் ஊதியிருக்கிறேன். கீழ் வயைத்தினுள்ளே உள்ள படலத்தை

சோப்புக் குமிழ்கள்

நான் உடைத்தவுடன் புகை படலத்தின் மீட்சித் தன்மையைக் காட்டுகின்றது. மீண்டும் ஒரு குமிழியை அகன்ற குழாயின்



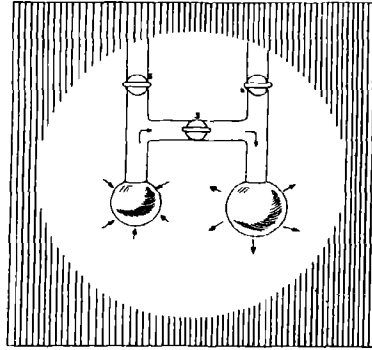
படம் 21

ஒரு முனையில் ஊதியிருக்கிறேன். திறந்திருக்கும் மற்றொரு முனையை மெழுகுவர்த்தி சுடரின் அருகில் பிடித்துக் கொண்டால் வெளியேறும் காற்று, சுடரை உடனே அணைத்து விடுகிறது. இது சோப்புக் குமிழி யானது மீட்சித் தன்மையுடைய பையைப் போன்று செயல்படுவதைக் காட்டுகிறது. (படம் 21). மீட்சித் தன்மையுடைய உறைப்போன்று விளங்கும் சோப்புக் குமிழியின் உள்ளே இருக்கும் காற்று அழுத்தம் அதிகமாக இருப்பதால் வெளியேறத் தலைபடும். இதனாலேயே மெழுகுவர்த்திச் சுடர் அணைகிறது. எப்படிப்பட்ட குமிழியால் தன்னுள் அதிக அளவு காற்றை அடக்கி வைத்துக் கொள்ள முடியும்? பெரிய குமிழியாலா அல்லது சிறிய குமிழியாலா? முயற்சி செய்து கண்டு பிடிக்கலாம். பிறகு அதற்கான காரணத்தைக் கூற முடியுமா என்பதைப் பார்க்கலாம். தனித்தனி குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு தம்பங்களை நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள். இவை இரண்டும் மற்றொரு குழாயுடன் கூடிய மூன்றாவது கம்பத்தால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. முதலில் ஒரு குமிழியை ஊதி முதல் குழாயினால் மூடுகிறேன்.

சொற்பொழிவு - 2

(படம் 22) பிறகு அடுத்த குமிழியை ஊதி இரண்டாவது குழாயினால் மூட வேண்டும். இரண்டு குமிழிகளும் ஏறக் குறையே ஒரே அளவு டையதாக உள்ளன.

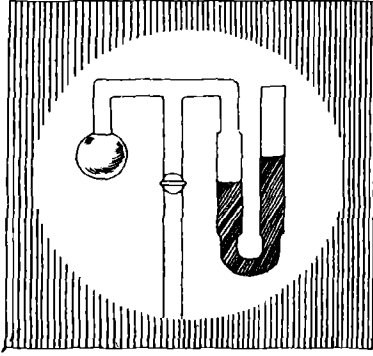
ஆனால் மூன்றாவது குழாய் மூடப்பட்டிருப்பதால் ஒரு குமிழியில் உள்ள காற்று மற்றொரு குமிழிக்குள் செல்ல முடியாது. பெரிய குமிழியினுள் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்குமென்றால் குழாயைத் திறக்கும் போது உள்ளிழுக்கும்



படம் 22

காற்று அடுத்த குமிழிக்குள் செல்லும். இரண்டு குமிழிகளும் ஒரே அளவுடையனவாக ஆகும் வரை இது நிகழும். இதுவே வேறு வகையில். சிறிய குமிழிக்குள் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்குமேயானால். அது குழாயைத் திறக்கும் போது காற்றைப் பெரிய குமிழிக்குள் செலுத்தி, தான் இன்னும் சிறியதாக மாறி கடைசியில் மறைந்தே போகக் கூடும். நாம் இப்பொழுது பரிசோதனையைச் செய்து பார்க்கலாம். மூன்றாவது குழாயைத் திறந்தவுடன் சிறிய குமிழி குறைந்து பெரிய குமிழி பெரிதாகி உடைவதைப் பார்க்கிறீர்கள். இதன் மூலம் பெரிய குமிழியை விட சிறிய குமிழியின் உள்ளே அழுத்தம் அதிகம் என்பது தெளிவாகிறது. காற்றும் குமிழியும் நகரும் திசை அம்புக் குறிகளால் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. நீங்கள் இப்பரிசோதனையை ஊன்றி கவனித்து நினைவில் நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் இப்பரிசோதனையில் பல அரிய கருத்துக்கள் அடங்கியுள்ளன. உங்கள் மனதில்

ஆழப் பதிவதற்காக நான் இதையே வேறு வழியில் செய்து காட்டுகிறேன். பாதியளவு நீரால் நிரப்பப்பட்ட சிறிய



படம் 23

வடிவக் குழாய் விளக்கின் முன்னால் வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு குமிழியை ஊதும் வகையில் மற்றொரு குழாய் "U" வடிவக் குழாயின் ஒரு முனையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. (படம் 23) அழுத்தம் அதிகமாகும் பொழுது நீரின் இடப்பெயர்ச்சி அதிகமாகவும்,

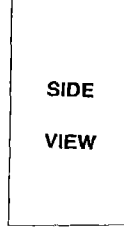
அழுத்தம் குறையும்பொழுது குறைவாகவும் நிகழ்கிறது. அழுத்தம் மாறுபடும் பொழுது குமிழியின் அளவு எவ்வாறு வேறுபடுகிறது என்பதை இப்பொழுது காணப் போகிறீர்கள். இப்பொழுது மிகச் சிறிய குமிழி இருக்கிறது. அளவு கோலில் கால் அங்குல அளவிற்கு நீரின் மூலம் காட்டப்படும் அழுத்தம் குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. அளவுமானியின் நீரினால் அளக்கப்படும் அழுத்தத்தின் அளவு குறையக் குறைய குமிழியின் அளவு பெரிதாகிறது. குமிழியின் அளவு முன்பிருந்ததைப் போல் இரண்டு மடங்காகும் போது அழுத்தம் பாதியளவாகிறது. அதிக அழுத்தம் இருக்கும் போது குமிழியின் அளவு சிறியதாக இருக்கும் என்பது மெய்ப்பிக்கப்பட்டுள்ளது. குமிழியின் அளவு எப்படியிருந்தாலும் அதன் படலம் ஒரே விசையினால் இழுக்கப்படுவதால் உள்ளே இருக்கும் அழுத்தம் குமிழியின் வளைபரப்பை மட்டுமே பொருத்தது என்பது தெளிவாகிறது.

சொற்பொழிவு - 2

சாதாரணமாகச் சொல்ல வேண்டுமென்றால் வட்டம் பெரிதாக இருக்குமானால் வளைபரப்பு குறைவாக இருக்கும். ஒரு சிறிய வட்டத்தின் பகுதியாக உள்ள வளை பகுதி சிறிதுதான் வளைந் திருக்கும். மிகப் பெரிய வட்டத்தின் நேர்க்கோடு என்றும் சொல்ல முடியாது. ஒரு பந்தின் பரப்பிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட பகுதியும் இப்படித்தான் பந்து பெரிதாக இருந்தால் வளைபரப்பு குறைவாக இருக்கும். 8000 மைல்கள் குறுக்களவுள்ள மிகப் பெரிய பந்தை எடுத்துக் கொண்டால் அதன் பரப்பில் ஒரு பகுதியானது சமதளமாக விளங்குகிறது. தண்ணீரின் மட்டம் சிறிய பாத்திரத்தில் இருக்கும் அசைவில்லாத நீரில் தட்டையாகவும். பெரிய ஏரி, கடல் போன்றவற்றில் வளைந்தும் காணப்படுகிறது. பெரிய குமிழிகளின் வளைபரப்பு குறைவாகவும் அழுத்தம் குறைவாகவும் சிறிய குமிழிகளின் வளைபரப்பு அதிகமாகவும் அழுத்தம் அதிகமாகவும் இருப்பதை பார்த்தோம். அழுத்தமும் வளைபரப்பும் ஒரேவிதமாக அதிகமாகி குறைகிறது. இதையேதான் இரண்டு குமிழிகளில் ஒன்று மற்றொன்றை ஊதி உடைக்கும் பரிசோதனையின் மூலம் அறிந்து கொண்டோம்.

நாம் ஒரு சோப்புக் குமிழிக்கு பந்து அல்லது கோளவடிவத்தை மட்டுமே அளிக்க முடியும் என்பதில்லை. இரண்டு வளையங்களுக்கு இடையே ஒரு குமிழியை எடுத்துக் கொண்டால் இரு வளையங்களையும் எதிரெதிராக இழுப்பதன் மூலம் பார்த்தோம். உருளையின் வளைபரப்பு³² என்பது என்ன? மேசையில் வைக்கப்பட்டுள்ள மர உருளையைப் பக்கவாட்டில் பார்க்கும் பொழுது அதன் ஓரம் நேராகத் தெரிகிறது. அதாவது வளைவு என்பதே இல்லை. ஆனால் மேலிருந்து பார்க்கும் பொழுது வட்டமாகவும் ஒரு குறிப்பிட்ட வளை பரப்பைக் கொண்டிருப்பதையும் பார்க்கமுடிகிறது.

சோப்புக் குமிழ்கள்



படம் 24

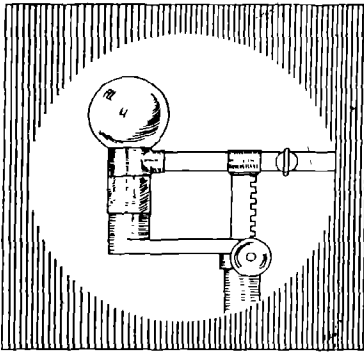
(படம் 24)

அ ப ப டி
ய ன ன ல்
உ ரு ன ள யின்
வ ன ன ப ர ப்பு
எ ன் ப து
எ ன் ன ?
கோ ள ங்
க ள ி ல் 3 3

அ மு த்த ம்

அ வ ற் ற ி ன்

வளைபரப்பைப் பொருத்தது என்று பார்த்தோம். இந்த உண்மை எவ்விதமான வடிவத்துக்கும் பொருந்தும். எந்த அளவுள்ள கோளம் உள்ளே இருக்கும் காற்றில் உருளையைப் போல் ஒரே மாதிரியான அழுத்தத்தை ஏற்படுத்துகிறதோ அந்த உருளையின் வளைபரப்பும் அதைச் சமப்படுத்தும் கோளத்தின் வளைபரப்பும் ஒன்றே என்று அறிந்து கொள்ளலாம். இப்பொழுது சிறிய குழாயின் ஒவ்வொரு முனையிலும் சாதாரண குமிழியை ஊதுகிறேன். ஆனால் கீழே இருக்கும் குமிழியை மற்றொரு குழாயின் மூலம் இழுத்து உருளை வடிவமாக மாற்றி



படம் 25

இறுதியாகக் காற்றைக் குறைத்தோ அல்லது அதிகமாகக் கியோ உருளையின் பக்கங்கள் நேராக இருக்குமாறு செய்ய முடியும். அதுதான் இப்பொழுது செய்யப் பட்டுள்ளது. (படம் 25) இரண்டு

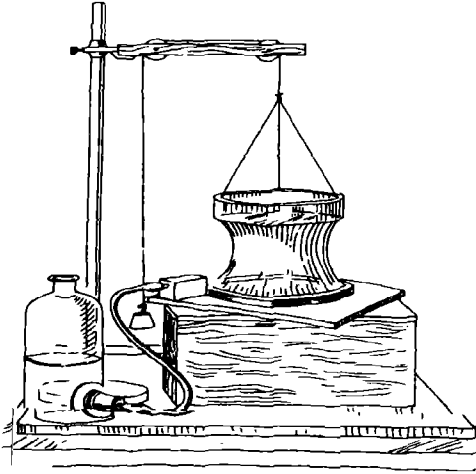
சொற்பொழிவு - 2

குமிழிகளின் இடையேயும் எளிதான காற்றோட்டம் இருப்பதால் இரண்டிலும் ஒரே அழுத்தம் தான் இருக்க முடியும். அளக்கும் போது கோளத்தின் விட்டமானது உருளையை விடச் சரியாக இரு மடங்கு இருப்பதைக் காண்கிறீர்கள். இந்தக் கோளமானது இதைப்போல் பாதியளவு விட்டத்தைக் கொண்ட கோளத்தின் வளைபரப்பை விட, பாதி வளைபரப்பையே கொண்டுள்ளது. பெரிய கோளத்தின் வளைபரப்பையே உருளையும் பெற்றிருக்கிறது. ஏனெனில் இரண்டும் சமமாக இருக்கும் பொழுது கோளமானது தன்னுடைய விட்டமுள்ள கோளத்தின் பாதியளவு வளை பரப்பையே கொண்டுள்ளது. மேலும் அதன் அழுத்தம் இதே போல் விட்டமுள்ள கோளத்தின் அழுத்தத்தில் பாதியளவே இருக்கிறது.

நான் இப்பொழுது வளைபரப்புப் பற்றிய கேள்வியை ஒரு படி மேலாக விளக்க வேண்டும். இங்கு உருளையும் கோளமும் சமமாக இருக்கும் நிலையில் நான் கோளத்துக்குள் அதிக காற்றை ஊதி அதனைப் பெரிதாக்கினால் உருளை என்னவாகும்? உருளை மிகச் சிறியதாக இருப்பதை நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள். அது உடைக்கப்பட்டு விடுமா? என்ன நிகழும்? நான் இப்பொழுது காற்றை ஊதும் போது கோளம் விரி வடைந்து உள்ளிழுக்கும் அழுத்தம் குறைகிறது. உருளையின் வடிவம் முன்பு போல் இல்லாமல் பக்கங்கள் உள்நோக்கி வளைந்து இடுப்பு போன்ற வடிவத்தை உருவாக்கிவிடுகிறது. நான் மேலும் மேலும் கோளத்தை ஊதி பெரிதாக்கிக் கொண்டு போகும்பொழுது உருளை மேன்மேலும் உள்நோக்கி வளைகிறது. ஆனால் இதனைத் தொடர்ந்து செய்ய முடியாது. மேலே உள்ள குமிழியை ஊதி மிகப் பெரிய அளவுள்ளதாக ஆக்கினால் அழுத்தம் என்பதே இல்லாமல் செய்ய முடியும். உருளையாக இருந்த வடிவத்தின் உள்ளேயும் வெளியேயும் எளிதான

சோப்புக் குமிழ்கள்

காற்றோட்டத்தை உருவாக்குவதன் மூலம் இதனை அடையலாம். பெரிய அளவில் இப்பரிசோதனையை



படம் 26

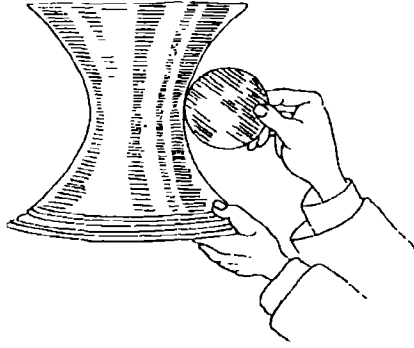
உள்ளோக்கி வளைந்திருப்பது மட்டுமின்றி வடிவத்தில் சிறியதைப் போன்றே விளங்குகிறது. (படம் 26) நான் கூறியது சரியாக இருக்குமே யானால் இப் பொழுது அழுத்தமில்லாமல் இருக்கும்பொழுது வளைவு என் பதே இருக்கக் கூடாது. ஆனால் சோப்புப் படலத்தைப் பாருங்கள். அது வளைந்திருக்கவில்லை என்று யாராவது சொல்லத் துணிவார்களா? அப்படியும் அழுத்தமும் வளைவும் ஒன்றாக ஏறி இறங்கும் தன்மை உடையவை என்று கூறுவதில் திருப்தி அடைகிறோம். இங்கு நாம் அபத்தமான முடிவுக்கு வந்திருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. ஏனென்றால் அழுத்தமே இல்லாமல் இருக்கும் பொழுது ஒரு பரப்பில் வளைவு ஏதும் இருக்கக் கூடாது என்கிறோம். எனினும் படம் மிகவும் வளைந்து அழகான இடுப்பு போன்ற பகுதியைக் கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கிறோம். இப்பொழுது மேசை மீதுள்ள கணித

மீ ண் டு ம்
செ ய் கி றே ன் .
எ ன் னி ட ம்
இ ர ண் டு
க ண் ணா டி
வ ளை ய ங் க ள்
உ ள் ள ன் . ஒ ரே
மா து ரி ய ன
ப ட ல த் தை இ ந் த
இ ர ண் டு வ ளை
ய த் தின் இ டை
யே யு ம் உ ரு
வா க் க மு டி யு ம் .
சோ ப் பு ப்
ப ட ல த் தின்
வெ னி ப் பு ந் ம்

சொற்பொழிவு - 2

வடிவத்தைப் பாருங்கள் . காரைச் சாந்தினால் செய்யப்பட்ட இந்த மாதிரி இடைப்பகுதியைக் கொண்டு விளங்குகிறது.

இந்த வார்ப்படத்தை விரிவாக ஆராய்வோம். இடைப்பகுதியின் விட்டத்தையே கொண்டிருக்கும் அட்டையால் செய்யப்பட்ட தட்டு ஒன்றை வைத்திருக்கிறேன். முழுமையான வளைபரப்பில் பொருந்தாவிட்டாலும் இடைப் பகுதியில் அட்டை மிகச் சரியாகப் பொருந்துகிறது. பக்கவாட்டில் பார்க்கும் பொழுது வார்ப்படம் உள்நோக்கி வளைந்திருப்பது புலனாகிறது.

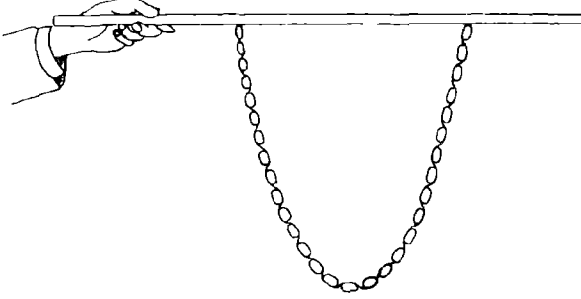


படம் 27

நீங்கள் இதை மேலிருந்து பார்த்தால் அதே அளவு வெளிப்பக்கம் வளைந்திருப்பது போல் தோன்றும். ஆகவே இடைப் பகுதியை மட்டும் எடுத்துக் கொண்டால் நாம் பார்க்கும் விதத்தைப் பொறுத்து ஒரே அளவான வளைவு உள்நோக்கியோ அல்லது வெளிப்புறமாகவோ தென்படும். உட்புற வளைவு உள்ளிருக்கும் அழுத்தத்தை அதிகமாக்கும். வெளிப்புறமாகத் தோன்றும் வளைவு அழுத்தத்தை அதிகரிக்கும். அவை இரண்டும் ஒரே அளவாக ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்யும் பொழுது அங்கு அழுத்தம் என்பதே இருக்காது. இடைப்பகுதி உள்ள குமிழியில் நாம் இதைப் போன்ற பரிசோதனை செய்து பார்த்து. இடைப்பகுதி மட்டுமின்றி, எல்லா பகுதிகளிலும் மேற்கூறிய கருத்து மெய்ப்பிக்கப் படுகிறது என்பதைக் காணவேண்டும். இது போன்று வளைந்திருக்கும் பரப்பில்

சோப்புக் குமிழ்கள்

ஒவ்வொரு புள்ளியும் சமமாகவும் எதிரெதிர் பக்கமாகவும் வளைந்திருக்குமானால் அது வளைவில்லாத பரப்பு என்று



படம் 28

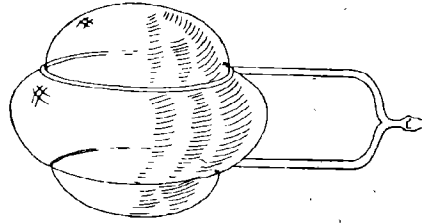
அழைக்கப் படுகிறது. ஆகவே அபத்தமாக தோன்றியது இப்பொழுது விவரிக்கப் படுகிறது!. ஒரு அச்சின் செவ்வொழுங்காக விளங்கும் இந்த பரப்பின் பெயர் கேட்டினாய்டு.

ஏனெனில் இது சங்கிலியைப் போல விளங்குகிறது. இலத்தீன் மொழியில் "காட்டினா" என்பது சங்கிலியைக் குறிக்கும் சொல். ஒரு கிடை மட்டக் குச்சியில் ஒரு சங்கிலியை வளையமாகத் தொங்க விட்டு பிரகாசமான வெளிச்சத்தை விழச் செய்கிறேன். இதனால் உங்களால் நன்றாகப் பார்க்க முடியும். இரண்டு வளையங்களுக்கு இடையே இரு புறமும் காற்று புகும்படியாக உருவாக்கப்பட்ட குமிழியைப் போன்ற அதே வடிவத்தை இந்த அமைப்பு ஒத்திருக்கிறது. (வாசகர்களுக்கு வடிவியல் சம்பந்தப் பட்ட செய்திகள் கடினமாக இருந்தால் அவர்கள் வரும் 6 பக்கங்களைத் தவிர்த்து ஒரு சிறிய உருளையில் எனுமிடத்துக்குச் செல்லலாம்).

இப்பொழுது இரண்டு வளையங்களை எடுத்துக் கொண்டு அவற்றிடையே ஒரு குமிழியை வைப்போம். மெதுவாக அழுத்தத்தை மாற்றுவோம். இரு வளையங்களுள் ஏதாவது ஒரு வளையத்தை மூடியிருக்கும் குமிழிப்

பகுதியை நான் தொப்பி என்று அழைக்கிறேன். இந்தப் பகுதியைப் பார்த்து அழுத்தம் எப்படியிருக்கிறது என்பதை உங்களால் சொல்ல முடியும். இந்த தொப்பி என்பது கோளத்தின் ஒரு பகுதி. கோளத்தின் உள்ளிருக்கும் அழுத்தமும்

அதன் வளைபரப்பும் ஒன்றாகவே அதிகமாகிக்குறைவது நமக்குத் தெரியும். நான் குமிழியை ஏறக்குறைய கோளம்போன்ற அமைப்பாகச் செய்திருக்கிறேன். நான் உள்ளே காற்றை ஊதினால் தொப்பி



படம் 29

கள் மேலும் வளைகின்றன. அழுத்தம் அதிகரிப்பதை இது காட்டுகிறது. பக்கங்களும் கோளத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாகப் புடைத்துக் காணப்படுகின்றன. (படம் 29) நான் மீண்டும் குமிழியை கோள வடிவத்துக்குக் கொண்டு வந்து விடுகிறேன். அழுத்தம் சிறிது குறைந்தாலும் தொப்பிகள் தட்டையாகி, பக்கங்களின் புடைப்பு சிறியதாகிறது. இப்பொழுது பக்கங்கள் நேராகவும் கோளத்தின் ஒரு பகுதியாக விளங்கும் தோப்பியின் விட்டம் உருளையின் விட்டத்தைப் போல் இருமடங்கு உள்ளது என்பதைப் பார்த்தோம். நான் இன்னும் தொப்பிகள் வளைவே இல்லாத சமபரப்பாக மாறும் வரை அழுத்தத்தைக் குறைக்கிறேன். இப்பொழுது உள்ளே அழுத்தம் இல்லை. ஆகவே நாம் முன்பு பார்த்தபடி இறுதியாக வெளியே உள்ள அழுத்தத்தை விட உள்ளிருக்கும் அழுத்தம் குறையும் பொழுது தொப்பிகள் உள்நோக்கி இழுக்கப்படுவதைக் காண்கிறீர்கள்.

அழுத்தத்தைக் குறைக்கும்பொழுது இதுவரை நாம் ஏழு வளைவுகளைப் பார்த்திருக்கிறோம். அவையாவன-

1. கோளத்தின் வெளியே
2. கோளம்
3. கோளத்திற்கும் உருளைக்கும் இடையே
4. உருளை
5. உருளைக்கும் கேட்டினாய்டுக்கும் இடையே
6. கேட்டினாய்டு
7. கேட்டினாய்டுக்குள்ளே

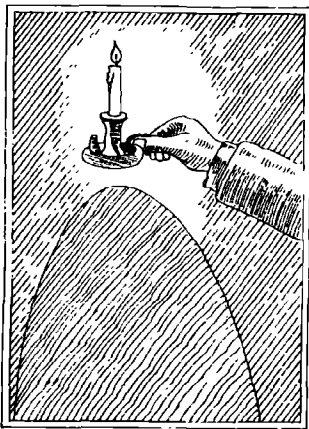
நான் இப்பொழுது இங்கு கூறப்பட்ட அனைத்து வளைவுகளைப் பற்றி மேலும் பல தகவல்களைக் கூறப் போகிறேன். அவற்றின் மிகவும் ஆர்வமூட்டும் படியான பண்புகளைப் பற்றி குறிப் பிட வேண்டும். முதலாவதாக, அவை அனைத்துமே தொப்பியின் பகுதியாக விளங்கும் கோளத்தின் வளைபரப்பையே எல்லா பகுதியிலும் கொண்டிருக்க வேண்டும். இரண்டாவதாக, அனைத்தும் மிகக் குறைந்த பரப்பைக் கொண்ட வளைவுகளாகவும், காற்றைக் கொண்டு இணைக்கக் கூடியவையாகவும் இருக்கவேண்டும். கடைசியாக அழுத்தம் மாறுபடும் பொழுது ஒரு வடிவத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு கண்டபடி மாற்றம் பெறுவதால் அவை தனித் தனியாக வளைவுகளாக இருந்தாலும் அவற்றி கிடையே நெருங்கிய உறவு இருக்கவேண்டும். இது சிறிது கடினமாக இருப்பினும் நான் விளக்கு கிறேன். கூம்புப் பிரிவுகளின் ரௌலட்டுகள்³⁴ (Roulette) எனப்படும் வளைவுகள் என்று இவற்றைச் சொன்னால். அது உங்களை அச்சுறுத்தும் வகையில் அமையும் என்று நினைக்கிறேன். அதே நேரத்தில் உங்களுக்கும் ஒன்றும் விளங்காமல் போகும். ஆகவே இதற்கு பதிலாக ஒரு சிறு பரிசோதனை மூலம் விளக்கினால் உங்களாலும் செய்து பார்க்க முடியும்.

என்னிடம் தட்டையான வட்ட அடி பாகத்தைக் கொண்ட, அறையில் சாதாரணமாக உபயோகிக்கக் கூடிய

சொற்பொழிவு - 2

ஒரு மெழுகுவர்த்தி³⁵ உள்ளது. ஒரு வெண்ணிற சுவரின் அருகே மெழுகுவர்த்தியை நேராக பிடித்துக் கொள். அப்பொழுது அடி பாகத்தின் நிழல் சுவரின் கீழ் விழுவதைக் காண்பீர்கள். நிழலின் வெளிக்கோடு நேர்த்தியான வளைவாக அமைகிறது. இது அதிபர வளைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது. சிறிது சிறிதாக மெழுகுவர்த்தியைச் சுவரை விட்டு விலகும்படிச் சாய்த்தால் நிழலின் பக்கங்கள் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக பிரிவதை கவனிப்பீர்கள். மேலும் கடர் அடிபாகத்தின் விளிம்பிற்கு மேல் நேராகவும் சரியாகவும் இருக்குமாறு மெழுகுவர்த்தியை - நீங்கள் சுவற்றுக்கு அப்பால் - பிடிக்கும்பொழுது உருகும் மெழுகு, மெழுகு வர்த்தியின் ஓரமாக வழிந்து கம்பளத்தின்³⁶ மேல் சிதறும் என்னிடம் இப்பொழுது இவ்வாறு இருக்கிறது.

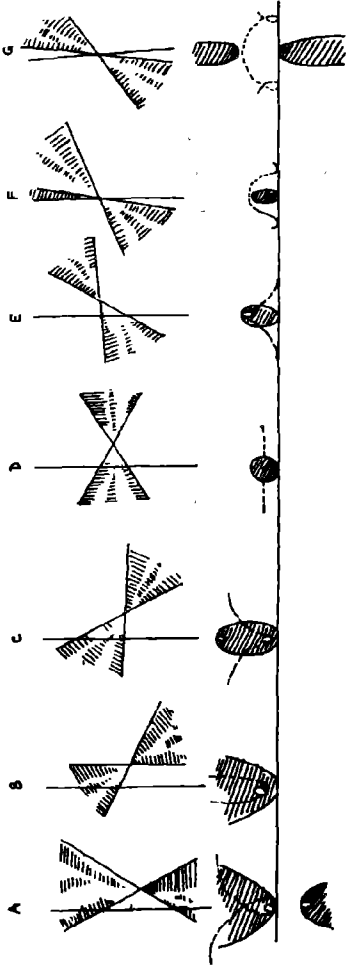
சுவரின் அருகே இருக்கும் நிழலின் பக்கங்கள் பெரும்பாலும் இணையாகவும் நிழலின் வடிவம் பர வளையம்³⁷ (Parabola) எனப்படும் வளைவாக வும் உள்ளது (படம் 30). மெழுகுவர்த்தியை மேலும் சாய்க்கும் பொழுது மெழுகு அடி பாகத்தை விட்டு முழுவது மாக விலகி கம்பளத்தில் மெல்லிய ஊற்றாக விழுகிறது. நிழலின் பக்கங்கள் வட்ட வடிவ சுற்றுக் களாக சுவரில் விழுகின்றன. இப்பொழுது முட்டை வடிவ, ஆனால்



படம் 30

இரு முனைகளும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் வளைவைக் காண்கிறீர்கள். இது நீள்வட்டம் என்று கூறப்படுகிறது. நீங்கள் மேன்மேலும் மெழுகுவர்த்தியைச் சாய்த்துக்

சோப்புக் குமிழ்கள்



படம் 31

கடைசியில் மெழுகுவர்த்தி தலைகீழாக இருக்குமாறு செய்தால் முன்பு கிடைத்த வளைவுகள் உங்களுக்குக் கீழாக இருப்பதற்கு பதிலாக மேலே தலைகீழான வரிசையில் மீண்டும் உருவாகின்றன.

இவை சோப்புக் குமிழி யுடன் எவ்விதத்தில் தொடர்புடையவை என்று நீங்கள் கேட்கலாம். சிறிது நேரத்தில் பார்க்கப் போகிறீர்கள். ஒரு மெழுகுவர்த்தியை ஏற்றும் பொழுது அதன் அடிபாகம் கீழுள்ள பகுதியை இருளடையச் செய்கிறது. அடிபாகத்தைப் போல வட்டமான இந்த இருள் பகுதி, கூடரை விட்டு விலகிச் செல்லச் செல்ல பெரிதாகி மேசை மீது இருக்கும் மரத்தாலான மாதிரி போன்று கூம்பு வடிவத்தில் அமைகிறது. சுவரில் விழும் நிழல் கூட சுவரின் பகுதியாக இருந்தாலும் கூம்பினுள் அடங்குகிறது. ஒரு அரிவாளைக் கொண்டு வெட்டி உருவாக்கும் கூம்பைப் போன்று அதே வடிவத்தில் இருப்பதால் நான் உங்களுக்குக் காட்டும் வளைவுகள் கூம்பின் பிரிவுகள் என்று அழைக்கப் படுகின்றன. ஏற்கனவே செய்யப்பட்ட சில மர மாதிரி

களை மேசை மீது பார்க்கிறீர்கள். சுவரில் உள்ள படத்தைப் பார்த்தால் (படம் 31) முழுமையான நேரான கூம்பை முதலில் பார்ப்பீர்கள் (A). பிறகு மெதுவாகச் சாய்க்கும் பொழுது நான் குறிப்பிடும் மற்ற நிலைகளுக்கு மாறும். படத்தின் மேற்பகுதியில் உள்ள கருப்புக்கோடு கூம்பு எப்பகுதியில் வெட்டப்படுகிறது என்பதையும் அதற்குக் கீழே உள்ள கோடிடப்பட்ட பகுதி நிழல்களில் உண்மையான வடிவத்தையும் குறிக்கின்றன. வெட்டப்பட்ட பகுதிகள் கூம்புப் பிரிவுகள் என்று குறிப்பிடப்படுகின்றன. இத்தகைய பிரிவுகள் ஒவ்வொன்றிலும் குவியம் என்று அழைக்கப்படும் ஒன்று அல்லது இரண்டு புள்ளிகள் உள்ளன. நன்கு புலப்படக் கூடிய புள்ளிகளால் இவை குறிப்பிடப்படுகின்றன வட்டத்தைப் பொறுத்த அளவில் (படம் 31) இந்தப் புள்ளியே மையமும் ஆகும். இந்த வட்டம் சக்கரம் போன்று சற்று கீழே வரையப்பட்டுள்ள நேர்க்கோட்டை ஒட்டி உருட்டப்பட்டால் மையத்தில் உள்ள ஒரு பென்சில் நேர்க்கோடு ஒன்றை வரையும். இது புள்ளிகளால் ஆன கோடாக படத்தின் கீழ்ப்புறத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால் மற்ற கூம்புப் பிரிவு வடிவங்களின் சக்கரங்களை எடுத்துக் கொண்டால் மையத்தில் இருக்கும் பென்சில் நிச்சயமாக ஒரு நேர்க்கோட்டை வரையாது. எந்த வடிவத்தில் இது வரையும் என்பதும் உடனடியாக வெளிப்படாது. வட்டத்தின் இருபுறங்களிலும் காணப்படும் நீள் வட்டப் பிரிவுகளை (C,E அல்லது F) எடுத்துக் கொள்வோம். இவற்றை சக்கரங்களாக இருந்து சுழல வைத்தால், இதனுடன் நகரும் பென்சில் மேலும் கீழும் அசையும் அவ்வாறு நகரும்பொழுது வெளிப்படும் வடிவம் புள்ளிகளால் படத்திற்குக் கீழே காட்டப் பட்டுள்ளது. இதைப் போலவே மற்ற வளைவுகளும் ஒரு நேர்க்கோட்டில் சுழல வைக்கப்பட்டால் அவற்றின் குவியப் புள்ளிகளில் உள்ள பென்சில்கள் மற்ற புள்ளிக் கோடுகளால் ஆன வடிவங்களை வரையும்.

சோப்புக் குமிழ்கள்

இப்பொழுது நாம் சோப்புக் குமிழிகளைப் பொறுத்த அளவில் கூம்புப் பிரிவுகளின் பங்கு என்பதைக் கிட்டத்தட்ட பார்த்து விட்டோம். வளையங்களுக்கு இடையே சோப்புக் குமிழி ஊதப்படும்பொழுது, அதனுள் அழுத்தம் வேறுபடும்பொழுது மேற்புறம் பற்பல வடிவங்களின் தொடர்ச்சியாக வெளிப்படும் பொழுது படத்தின் கீழே காட்டப்பட்டுள்ள புள்ளிக் கோடுகள் கிடைக்கின்றன. ஆனால் ஒவ்வொரு வடிவத்திலும் குவியத்தில் பென்சில் உள்ள குறிப்பிட்ட கூம்புப் பிரிவினை ஒரு நேர்க்கோட்டில் சுழல வைப்பதன் மூலம் மிகச் சரியாக வரைய முடியும். குமிழி வடிவங்களில் ஒன்றினை நான் கேட்டினாய்நு என்று கூறியது உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம். இது அழுத்தம் இல்லாதபோது உருவாக்கப்படுகிறது. இரண்டாவது படம் 'B' யில் உள்ள புள்ளிகளால் ஆன வளைவு இதனைக் குறிக்கிறது. இத்தகைய கூம்புப் பிரிவு போன்ற வடிவத்தை பலகையின் நேரான முனையில் சுழல வைக்கிறேன். இதன் மூலம் கேட்டினரி வரையப்படுகிறது. பரவளையம் என்று அழைக்கப்படும் இப்பிரிவில் ஒரு சாக்குக் கட்டியைக் குவியத்தில் வைத்து கரும்பலகையில் வரைகிறோம் இந்த வளைவு நான் முன்பு கூறியபடி ஒரு சங்கிலி தன்னுடைய இரண்டு முனைகளிலும் தொங்கவிடப் பட்டது போன்ற வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது. இப்பொழுது அவ்வாறு தொங்கவிடப்பட்டது போன்ற வடிவத்தைப் பெற்றுள்ளது. இப்பொழுது அவ்வாறு தொங்கவிடப்பட்ட சங்கிலி கரும் பலகையில் வரையப்பட்ட வளையத்துடன் அப்படியே பொருந்து வதைப் பார்க்கிறீர்கள்.

இவை அனைத்தையும் புரிந்து கொள்வது சுடினம்தான். ஆனால், இத்தகைய வடிவங்களில் சோப்புக் குமிழிகள் உருவாவது தொடர்ச்சித் தத்துவத்தின் மிக முக்கிய மற்றும் அழகிய உதாரணம் ஆகும். ஆகவே நான் இதனைத் தவிர்த்துத் செல்வது சரியல்ல என்று

நினைத்தேன். இதைப் பின்வருமாறு கூறலாம். இணை வளையங்களுக்கு இடையே தொடர்ச்சியான குமிழிகளை ஊதும்பொழுது அழுத்தம் வேறுபட்டால் வளைவுகளும் வேறுபட வேண்டும். அழுத்தம் மெதுவாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் மாறுவதால் வளைவுகள் முற்றிலும் மாறுபட்டதாக விளங்குவதில்லை. வெவ்வேறு வளைவுகளாக இருந்தாலும், ஒன்றிலிருந்து மெதுவாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் இன்னொன்றிற்கு மாறுகிறது. கூம்புப் பிரிவு வடிவங்களில் உருவாக்கப்பட்ட சக்கரங்களை நேர்க்கோட்டின் மேல் சுழல வைத்தால் குமிழி வளைவுகளை வரைய முடியும் என்பதைக் கண்டறிந்தோம். ஆகவே கூம்புப் பிரிவுகள் தனித்தனியாக வளைவுகளாக இருந்தாலும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு மெதுவாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் செல்ல வேண்டும். மெழுகுவர்த்தியை மற்றொன்றாக மாறுவதைப் பார்த்தோம். இந்த உதாரணம் மேற்கூறியதை நமக்கு எடுத்துக்காட்டுகிறது. அப்பொழுது ஒரே ஒரு பரவளையம் தான் உருவானது. அதுவும் கூம்பின் பக்கம் பிரிவின் சமபரப்புக்கு இணையாக இருக்கும்பொழுது. அதாவது உருகிய மெழுகு, மெழுகுவர்த்தியின் முனையைத் தொடும்பொழுது உருவாகிறது. கேட்டினாய்டு என்று அழைக்கப்படும் அழுத்தமில்லாத ஒரே ஒரு குமிழி உருவாக்கப்படுகிறது. பரவளையத்தைச் சுழல வைப்பதன் மூலம் இதை வரைய முடியும். கூம்பு மெதுவாக மேன்மேலும் சாய்க்கப்படும்போது பிரிவுகளும் மாற்றமடைகின்றன. பிரிவுகள் முதலில் நீளமான நீள் வட்டமாக இருந்து பின்னர் மெதுவாக மாறி வட்டத்தை அடைகின்றன. பிறகு மேலும் மேலும் குறுகி நேர்க்கோட்டை அடைகின்றன. இவற்றுக்கு ஈடான குமிழி வளைவுகள் அழுத்தத்தை மெதுவாக அதிகரிப்பதன் மூலம் உருவாக்கப்படுகின்றன. இவை படத்தில் காட்டியவாறு முதலில் அலை அலையாகவும் (C), பிறகு உருளை உருவாகும் பொழுது நேராகவும் (D)

சோப்புக் குமிழ்கள்

ஆகின்றன. மீண்டும், அலை அலையாகவும் (E மற்றும் F) கடைசியாக, வெட்டும் சமதளம் அதாவது மேலே உள்ள கருப்பு கோடு கூம்பின் மேல் முனை வழியாகச் செல்லும்போது தொடர்ச்சியான அரை வட்டங்கள் அலைகளாகத் தோன்றி ஒரு சாதாரண சோப்புக் குமிழியைக் குறிக்கின்றன. இப்பொழுது மேலும் சிறிது சாயும் பொழுது புதிய வடிவம் உருவாகிறது. இப்பிரிவு (G) சுழலும் பொழுது வித்தியாசமான வளைவு ஒன்று உள்ளே வளையத்துடன் உருவாகிறது. இதனை விளக்க நீண்ட நேரமாகும். கூம்பின் மற்ற நிலைகளை உருவாக்கவும். அவற்றைச் சுழலச் செய்வதால் உருவாகும் பிரிவுகள் மற்றும் குமிழி வளைவுகளைக் கண்டறியவும் நீண்ட நேரம் எடுக்கும். படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள வற்றை கவனமாக ஆய்வதன் மூலம் மேலே குறிப்பிட்டுள்ளவற்றில் என்ன நிகழும் என்பதை நீங்களாகவே செய்து பார்க்கலாம். படம் அதற்கான போதுமான குறிப்புகளைத் தருகிறது. குமிழி பரப்புகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள நேர்க்கோட்டை அச்சாகக் கொண்டு புள்ளிகளாலான கோட்டைச் சுழற்றுவதன் மூலம் பெறப்படுகின்றன. இதனை நான் உங்களுக்கு விளக்க வேண்டும்.

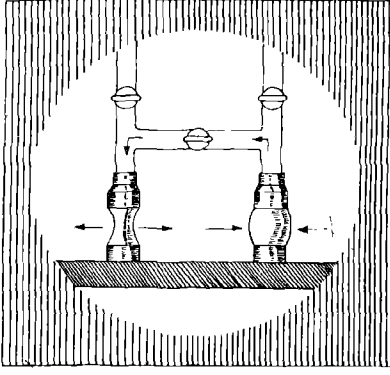
ஒரு சோப்புக் குமிழியைக் கொண்டு ஒரே நேரத்தில் இத்தகைய நீண்ட வளைவுகளை உருவாக்க முடியாது. நீங்கள் முயற்சி செய்தால் இதை உணர்வீர்கள். ஆனால் இவற்றில் எதை வேண்டுமானாலும் துண்டுகளாகப் பெறலாம். இதற்கு சில கம்பி வளையங்கள். ஒரு குழாய், கொஞ்சம் சோப்பும் நீரும் தவிர வேறு உபகரணங்கள் தேவை இல்லை. முதல் படம் (A) காட்டும் நோடாய்டு (Nodoid) என்று அழைக்கப்படும் புள்ளிகளாலான வளைவு, இது போன்ற வளையங்களுள் ஒன்று. இதுவும் முழுமையான வளையமில்லை. ஏனெனில் இது நிலையானதில்லை. ஆனால் அப்படிப்பட்ட வளையத்தில் ஒரு பகுதியாகும். ஒரு சிறு

சொற்பொழிவு - 2

கம்பியையோ அல்லது தீக்குச்சியையோ எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். ஒரு முனையை ஒரு ஈயத்துண்டில் இணைத்து ஒட்டுங்கள். இவ்வாறு செய்வதால் சோப்பு நீர் அடங்கிய பாத்திரத்தில் இது நேராக நிற்க முடியும். அரை அங்குல நீளம் நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு பொருத்த வேண்டும். தீக்குச்சியின் மத்தியில் கண்ணாடித் தகட்டை வைத்து அதனை ஒரு கையால் பிடித்துக் கொள்ளுங்கள். நீரில் குமிழியை தீக்குச்சிக்கு எதிராக ஊதுங்கள். சோப்பு நீரால் நனைக்கப்பட்ட கண்ணாடித் தகட்டை அது தொட்டவுடன் உருளையாக மாறி ஒரு சரியான வட்டத்தில் தகட்டைச் சந்திக்கும். இப்பொழுது மிக மெதுவாக தகட்டைச் சாய்க்க வேண்டும். உடனேயே சோப்புக் குமிழி, சிழப்பக்கத்தில் வட்டமாகச் செயல்பட்டு, தீக்குச்சியை விட்டு விலகிச் செல்ல முயல்கிறது. இவ்வாறு செய்யும்பொழுது நோடாய்டு வளையத்தை உருவாக்குகிறது. தீக்குச்சியோ கம்பியோ சிறிது வளைந்திருந்தால் நோடாய்டு வடிவம் மிகச் சரியாக அமையும். இவ்வாறு வளைந்திருப்பது தகட்டையும் சோப்பு நீரையும் செங்கோணத்தில் சந்திக்க உதவும். நான் இதனை இவ்வளவு விரிவாகக் கூறியிருப்பது ஏனென்றால் ஒரு முழுமையான நோடாய்டு வளையத்தை சோப்புக் குமிழியினால் செய்ய முடியும் என்பது பொதுவாக தெரிந்திருப்பதில்லை என்பதனால்தான்.

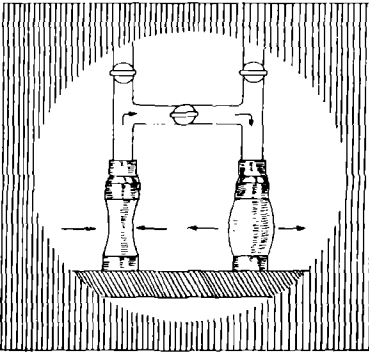
ஒரு சிறிய உருளையில் இடைப்பகுதி உருவானால் அதனுள் இருக்கும் அழுத்தம் குறைகிறது என்றும், புடைத்துக் கொண்டால் உள்ளே இருக்கும் அழுத்தம் அதிகம் என்றும் நாம் கண்டறிந்தோம். இப்பொழுது நாம் ஒரு புடைத்திருக்கும் பகுதியையும் இடைப்பகுதியையும் சமப்படுத்த முயற்சிப்போம். குழாயைத் திறந்த உடனேயே காற்றை என்னால் செலுத்த முடியும். புடைத்திருக்கும் பகுதியிலிருந்து காற்று இடைப்பகுதிக்குள் செல்கிறது.

சோப்புக் குமிழ்கள்



படம் 32

உருளைகளைக் கொண்டு செய்யலாம். அதாவது அகலத்தைப் போன்று இருமடங்கு நீளமுள்ள உருளைகளை எடுத்துக் கொள்வோம். அவை இப்பொழுது ஒன்றில் புடைப்பையும் மற்றொன்றில் இடைப் பகுதியையும் கொண்டு தயாராக உள்ளன.



படம் 33

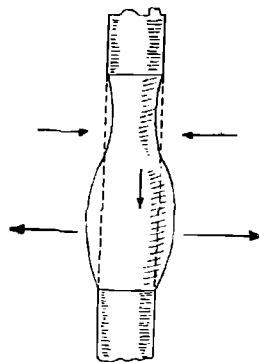
வரை இவ்வாறு செய்கிறது. முன்பு சிறிய உருளைகளில் நிகழ்ந்த மாற்றத்திற்கு நேர் எதிராக இப்பொழுது நிகழ்கிறது. வெவ்வேறு நீளங்களில் இணை உருளைகளை

இதனால் இரண்டும் நேராக மாறி விடுகிறது. படம் 32-ல் அம்புக் குறிகள் காற்றின் இயக்கத்தையும், குமிழிகளின் பக்கங்களையும் குறிக்கின்றன. அடுத்ததாக நாம் இதே பரிசோதனையை வேறு நீண்ட

நேரடியாக நான் குழாயைத் திறந்து காற்று ஒன்றி விருந்து மற்றொன்றிற்குச் செலுத்துகிறேன். இடைப் பகுதி காற்றை புடைத்திருக்கும் பகுதிக்குச் செலுத்துகிறேன். (படம் 33) தான் முழுவதுமாக மறைந்து போகும்

சொற்பொழிவு - 2

எடுத்துக் கொண்டு முயன்று பார்த்தால், அகலத்தைக் காட்டிலும் ஒன்றரை மடங்கு அதிக நீளத்தில் மாற்றம் நிகழ்வதைக் காண்பீர்கள். இக்குழாய்களுள் ஒன்று மற் றொன்றுடன் இணைந்திருப்பதாக எண்ணிப் பாருங்கள். அகலத்தைவிட மும்மடங்கு நீளமுள்ள குழாயை நீங்கள் காண்பீர்கள். இந்த அமைப் பில் ஒரு நொடி கூட குமிழி நிலைக்காது, ஏனெனில் ஒரு முனை சிறிது சுருங்கும்போதும் அழுத்தம் அதிகமாகி குறுகிய முனை காற்றை அகன்ற முனை க்குள் செலுத்தும் (படம் 34) நீண்ட உருளையின் சரி யான நீளம் அதன் மும்மடங்கு விட்டத்தை விட சிறிது அதிக மானால் நிலையானதாக இருக்கும். நீளமானது சுற்றள விற்குச் சமமாக இருந்தால் நிலைத்திருக்கும் தன்மையை இழந்து விடுகிறது. ஏறக் குறைய இது 22/7 மடங்கு விட்டத்தின் அளவாக அமைகிறது.



படம் 34

இந்த வளையங்களை நான் மெதுவாகப் பிரிக்கிறேன். ஆனால் காற்றின் சுழற்சியை அப்படியே வைத்திருக்கிறேன். அகலத்தை விட மூன்று மடங்கு நீளமுள்ள குழாயில் செய்வது கடினமாக உள்ளது. திடீரென்று இடைப் பகுதி ஒரு முனையில் வளர்ந்து பிறகு வெடித்து இரண்டு தனித்தனியான குமிழிகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் உருவாகின்றன.

உங்களிடம் மிக நீண்ட திரவ உருளை திடீ ரென்று உருவாக்கப்பட்டு விடப்பட்டால், அதனால் நிச்சயமாக தன்னுடைய வடிவத்தில் நீடிக்க முடியாது. தொடர்ச்சி யாக துளிகளாக உடைந்து போகும். துரதிர்ஷ்டவசமாக,

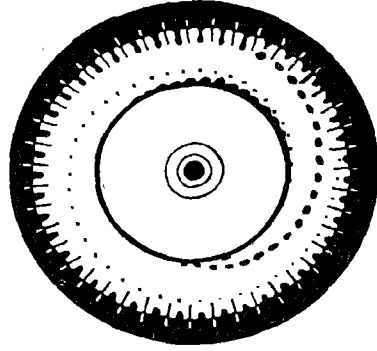
இந்த மாற்றம் வெகு வேகமாக நிகழ்வதால், ஒரு நீர்வீழ்ச்சியைப் பார்க்கும் ஒருவர் தனித்தனியான துளிகளின் இயக்கமாக அதனைக் காண முடிவதில்லை. ஆனால், என்னால் உங்களுக்கு இதனையே இரண்டு மூன்று வழிகளில் என்ன நிகழ்கிறது என்பதைச் செய்து காட்ட முடியுமென்று நினைக்கிறேன். நம்மால் ஒரு திரவத்தை மற்றொன்றில் செலுத்தி பெரிய துளிகளைச் செய்ய முடிந்தது நினைவிருக்கலாம். இதன் மூலம் எடையின் விளைவு நீக்கப்பட்டதும், பெரிய துளிகள் அசைந்தாடவோ அல்லது தன்னுடைய வடிவத்தை மாற்றிக் கொள்ளவோ அதிக நேரம் எடுத்ததுக் கொண்டதும் நினைவுக்கு வரலாம். சிறிய துளிகளை விட மெதுவாக நடைபெறுவதால், இப்பரிசோதனையில், என்ன நிகழ்கிறது என்பதை எளிதாகக் காண முடிகிறது. என்னிடம் உள்ள இந்த கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நீல நிறமாக்கப்பட்ட நீர் உள்ளது. அதன் மேல் பாரஃபின் மிதக்கிறது. பாரஃபின், தூர்நாற்றம் வீசக்கூடிய ஆபத்தான கார்பன் பைசல்பைடு³⁸ திரவம் கலக்கப்பட்டு கனமானதாக மாற்றப்பட்டுள்ளது.

இந்தக் கலவையைவிட தண்ணீர் சிறிதே கனமானதாக விளங்குகிறது. ஒரு குழாயை நுழைத்து நீரை அதனுள் நிறையச் செய்தால், என்னால் மேலே எடுத்து துளிகளை உருவாக்க முடியும். ஷில்லிங்³⁹ அளவு பெரிய துளிகள் உருவாகின்றன. ஒவ்வொன்றும் அவற்றின் முழு அளவை அடைந்தவுடன், மேலே கழுத்து போன்ற பகுதி கீழே விழும் துளி சிறிய உருளைக்குள் விழுவதால் உருவாகிறது. கழுத்தின் திரவப்பகுதி சிறு துளியாக சேகரமாகி பெரியதுளியைத் தொடர்ந்து கீழே விழுவதை நீங்கள் கவனித்திருக்கலாம். இந்த செயல் மிகவும் மெதுவாக நிகழ்வதால் உங்களால் தொடர்ந்து பார்த்து

சொற்பொழிவு 2

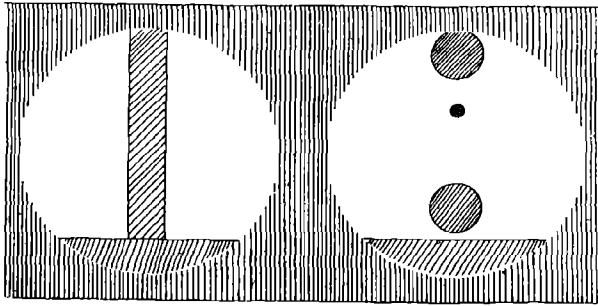
புரிந்து கொள்ள முடிகிறது. படம் 35ல் புகைப்படம் ஒன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. துளி வளர்ந்து விழுவதைத் தொடர்ந்து அடுத்தடுத்து நாற்பத்து மூன்று படங்கள் ஒரு வினாடியின் இருபதில் ஒரு பகுதி இடைவெளியில் எடுக்கப்பட்டவை.

இப்படத்தின் பயனை



படம் 35

அறிய வேறு பக்கத்தைப் பாருங்கள். நான் மறுபடியும் இக்குழாயை இம்முறை வேகமாக இழுத்தது நிரப்பினால் என்ன நிகழும். திரவ உருளையை விட்டு விடுகிறேன். அது

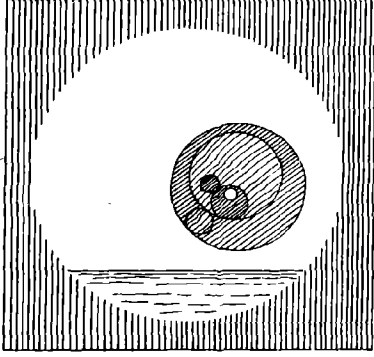


படம் 36

பந்துகளாக உடைகிறது. இதனை படம் 36-ல் பார்க்கலாம். நீங்கள் இங்கே வைக்கப்பட்டிருக்கும் உபகரணத்தில் நீர் குமிழிகளை ஊதிப்பார்க்க முடியும்.

சோப்புக் குமிழ்கள்

ஒவ்வொரு குமிழியிலும் நீருக்குள் பாரஃபின் கலவை குமிழியோ அல்லது பாரஃபின் குமிழிக்குள் நீர்க் குமிழியோ அடங்கி இருக்கும். அப்படிப்பட்ட கலவை

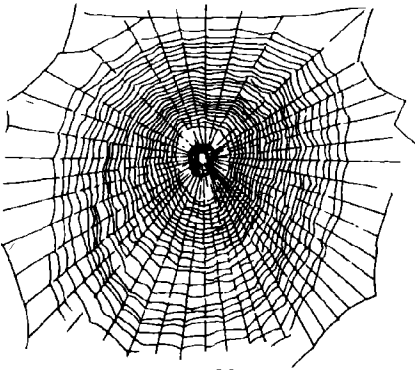


படம் 37

யாலான குமிழித் துளிகள் ஒன்று நிலையாக கனமாக திரவப் படத்தில் அமைந்திருப்பதை உங்களால் நன்றாகப் பார்க்க முடிகிறது. (படம் 37) குழாயை வேகமாக பாத்திரத்தில் வெளியே எடுத்து நீண்ட உருளை வடிவ பாரஃபின்

கலந்த நீரின் குமிழியை உருவாக்க முடியும். நீர் உருளை மெதுவாக கோள வடிவ குமிழிகளாக உடைகிறது.

மிகப் பெரிய திரவ உருளையானது மெதுவாக, முறையான துளிகளாக உடைவதைக் காட்டிய பிறகு மற்றொரு முடிவாக மிகச்சிறிய மெல்லிய உருளை உதாரணங்களை எடுத்துக் கொள்கிறேன். நீங்கள் இப்புகைப் படத்தைப் பாருங்கள்.

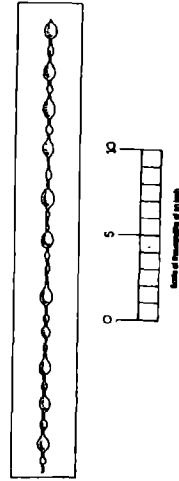


படம் 38

இதில் ஒரு சிலந்தி⁴⁰ தன்னுடைய வடிவியல் நேர்த்தி

மிக்க வலையில்⁴¹ இருக்கிறது. எனக்கு நேரமிருந்தால், ஒரு சிலந்தி இத்தகைய அழகான கட்டமைப்புக்காக எவ்வாறு வேலை செய்கிறது என்பதையும். இந்த வியத்தகு உயிரினத்தைப் பற்றியும் நிறைய கூறியிருப்பேன். ஆனால் இப்பொழுது இரு வேறுபட்ட வலைகளைக் காட்டுவதைத் தவிர வேறு எதுவும் என்னால் செய்ய முடியாது.

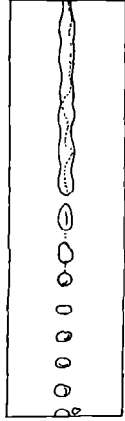
அது எப்படி என்று சிலந்திக்குத் தெரிந்திருந்தாலும் அதற்கு நேரம் கிடையாது. ஒரு திரவ உருளை உடைந்து மணிகளாவதை சிலந்தி உபயோகித்துக் கொள்கிறது. ஒரு நூலை நூற்று அதே நேரத்தில் அதனை ஒட்டும் திரவத்தால் நனைக்கிறது. முதலில் இது உருளையாக இருக்கிறது. ஆனால் அந்த வடிவத்திலேயே நீடிக்க முடியாமல் மணிகளாக உடைந்து போகிறது. இதனை படம் 39ல் உள்ள புகைப்படம் மிக அழகாக எடுத்துக் காட்டுகிறது. நுண்ணோக்கி மூலம் உண்மையான சிலந்தி வலையை புகைப் படமாக எடுத்திருக்கிறேன். பெரிய மற்றும்



படம் 39

சிறிய துளிகள் அடுத்தடுத்து இருப்பதைப் படத்தில் பார்க்கிறீர்கள். சில இடங்களில் மேலும் ஒன்றிரண்டு சிறிய துளிகளையும் இடையிடையே காணலாம். இந்த மணிகள் எவ்வளவு பெரியவை என்பதை மிகச்சரியாக அறிய அதன் பக்கவாட்டில் ஒரு அங்குலத்தில் ஆயிரத்தில் ஒரு பகுதியை அளவாகக் கொண்ட அளவுகோலை புகைப்படம் எடுக்கும் பொழுதே வைத்துள்ளேன். இதுதான் நிகழ்கிறது என்று நிரூபிப்பதற்கு நானே செய்த வலை ஒன்றை உங்களுக்குக் காட்டுகிறேன். இந்த வலை குவார்ட்ஸ்⁴² இழையால் ஆனது. இதன் மீது விளக்

கெண்ணெயில்⁴³ தோய்க்கப்பட்ட வைக்கோலால் மேல் பூச்சு பூச்சப் பட்டுள்ளது. சிலந்தி வலையில் உள்ளவாறு பெரிய மற்றும் சிறிய மணிகள் அடுத்தடுத்து இந்த வலையிலும் நேர்த்தியாகக் காணப்படுகிறது. உண்மையில்,



படம் 40

பார்ப்பதற்கு நான் செய்த வலையிலும் சிலந்தி பின்னிய வலையிலும் எந்த வித வேறுபாடும் தெரியாது. மேலும் ஒரு ஒற்றுமை என்னவென்றால் என்னுடைய வலையும் பூச்சிகளைப் பிடிப்பதில் சிலந்தி வலையைப் போன்றே விளங்குகிறது. சாதாரண நீருற்றைப் போன்று எண்ணெய் சேர்ந்த நீண்ட நீர் உருளையோ அல்லது நுண்ணோக்கி மூலம் பார்த்த இழை மேலுள்ள உருளையோ

இருக்காது என்று நீங்கள் கூறலாம். நான் விளக்கிய படி (படம் 40) அக்கணத்தில் மின்பொறியின் வெளிச்சத்தால் எடுக்கப்பட்டு மூன்றே கால் மடங்கு உருப்பெருக்கம் செய்யப்பட்டுள்ளது. இதில் குறுகிய குழாயிலிருந்து விழும் மிக மெல்லிய நீர்த்தம்பத்தைப் பார்க்கிறீர்கள். முதலில் உருளையாக உள்ளது. பிறகு கீழே செல்லச் செல்ல கழுத்துப் பிரிந்து சிறு நீர்த்துளிகளையும் நீங்கள் காணலாம். மணிகளும் அதிர்வடைந்து நீளமும் அகலமுமாக மாறி மாறி உருவாகின்றன. ஒளியூட்டப் பட்ட குழாயிலும் நீர் தொடர்ந்து விழுவதாகத் தோன்றினாலும் உண்மையில் மிக வேகமாக மணிகள்தான் செல்கின்றன. ஆனால் நம்முடைய கண் இதனை பிரித்தறிவது கடினம். (பின்னர் தோன்றக் கூடிய ஒரு

சொற்பொழிவு - 2

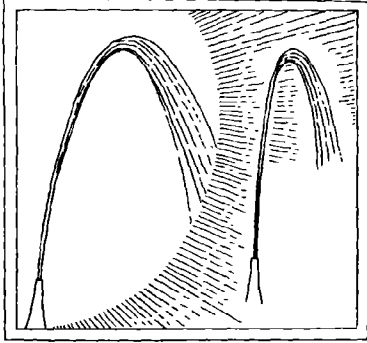
காரணத்திற்காக இந்தப் புகைப்படத்தை எடுக்கும் பொழுது சாவியினுள் உரக்க சீட்டியடித்தேன்)

லார்ட் ராலே⁴⁴ நீருற்று ஒன்றில் மணிகள் பிரிவதை நிரூபித்துள்ளார். ஒரு அங்குலத்தின் இருபத்தைந்தில் ஒரு பகுதி விட்டமுள்ள நீருற்றில் பிரித்தறிய முடியாவிட்டாலும் ஆழ்ந்த சுழுத்துப் பகுதிகள் வினாடியின் நாற்பதில் ஒரு பகுதி நேரத்தில் ஆயிரம் மடங்கு உருவாகிறது. ஆகவே விழுவதற்குப் பல அங்குலங்கள் முன்னதாகவே நீருற்று உடைந்து விடுகின்றது என்பதைப் புரிந்து கொள்வது கடினமில்லை. தனியாக உள்ள நீர்த்துளி அதிர்வடைவதையும் அவர் எடுத்துக் காட்டியுள்ளார். அதன் கால அளவைக் கணக்கிடுவதைப் பார்ப்போம்.

இரண்டு அங்குல விட்டமுள்ள ஒரு நீர்த்துளி ஒரு வினாடி நேரத்தில் ஒரு முழுமையான அலைவை முடிக்கிறது. இதன் விட்டம் கால் பாகமாகக் குறைக்கப் படும் பொழுது அலைவின் நேரம் எட்டில் ஒரு பாகமாகக் குறைகிறது. இவ்வாறு விட்டமானது நூறில் ஒரு பாகமாகக் குறைந்தால் நேரம் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்காகக் குறைகிறது. விட்டத்திற்கும் கால அளவிற்கும் இடையே உள்ள உறவு உருளைக்கும் பொருந்தும். சிலந்தி வலையில் இருக்கும் மணிகளைப் போன்ற அளவில் உள்ள நீர்த்துளிகள் திடீரென்று தன்னுடைய வடிவத்திலிருந்து இழுக்கப்பட்டால் எவ்வளவு வேகமாக அதிர்வடையும் என்பதை நாம் நினைத்துப் பார்க்கலாம். ஒரு அங்குலத்தின் எண்ணூறில் ஒரு பகுதி விட்டத்தை எடுத்துக் கொண்டால் அல்லது அதைவிட நுண்மையானதை எடுத்துக்கொண்டால் உருவாகும் மணியின் விட்டம் இரண்டு அங்குலத்தின் ஆயிரத்து அறுநூறில் ஒரு பகுதியாக இருக்கும். இது அறுபத்து நான்கு ஆயிரம் தடவை அதிர்வடையும். அல்லது ஒரு வினாடி நேரத்தில் அறுபத்து நான்காயிரம் தடவை அதிர்வடையும். ஒரு

அங்குலத்தின் மூவாயிரத்தில் ஒரு பகுதியை விட்டமாகக் கொண்ட நீர்த்துளியின் சிறிய மணிகள் ஒரு வினாடியில் அரை மில்லியன் முறை அதிரும். நீரின் வலிமையற்ற மீட்சி உறையின் அதிகாரத்து மட்டுமே உட்பட்டு இது நிகழ்கிறது. ஆகவே மிகச் சிறிய நீர்த்துளிகளைப் பொறுத்த அளவில் நீரின் மெல்லிய மீட்சி உறையின் செல்வாக்கு எத்தனை வலிமையானது என்பதை நாம் காண்கிறோம்.

ஒரு விளையாட்டு நீரூற்றை இப்பொழுது உருவாக்குகிறேன். இதிலிருந்து விழும் நீரானது ஒரு



படம் 41

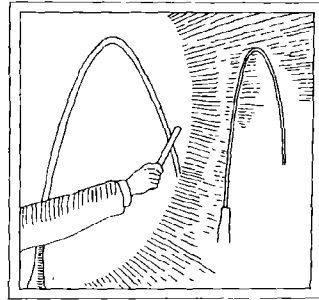
காகித பரப் பினைத் தட்டும் படி அமைக்கிறேன். நீரூற்றையும் அதன் நிழலையும் நீங்கள் திரையில் காண்கிறீர்கள். குறுகிய மூக்குக் குழாயின் வழியே வெளிவரும் நீரானது உருளை

வடிவத்திலிருப்பதை நீங்கள் கவனிக்கலாம். இப்பொழுது அது மின்னியபடியே பிரிந்து தனித்தனி துளிகளாக, அதிக பரப்பில் சிதறுகிறது. (படம் 41) ஏன் இத்துளிகள் சிதறுகின்றன? ஒரே அளவில் திசையில் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் நீர் முழுவதும் சிறிது துரத்தைக் கடந்தவுடன் தனித்துளிகளாக மாறி அதே வழியைப் பின்பற்றாமல் பிரிகின்றன. இதை விளக்கிவிட்டு பின்னர் பரிசோதனைகளை மேற் கொண்டு உண்மையைச் சோதித்தறிவதற்குப் பதிலாக சிறிது மாற்றம் செய்கிறேன். மாயாஜாலம் போன்று மிகவும் அற்புதமாகவும் அதே நேரத்தில் மிகவும்

சொற்பொழிவு - 2

எளிமையாகவும் செய்யப்படும் இச்சோதனைகளை சில நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்னர் புரட்சிகரமான மனிதன் செய்திருந்தால் உயிரோடு எரிக்கப்படும் ஆபத்தான விளைவிற்கு ஆளாகி இருப்பான் என்பதை நீங்கள் ஆமோதிப்பீர்கள் என்று நினைக்கிறேன்.

இப்பொழுது நீங்கள் மூக்குக் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் நீர் எல்லா திசைகளிலும் சிதறுவதைப் பார்க்கிறீர்கள், அவ்வாறு சிதறும் பொழுது காகிதப் பரப்பில் படபடக்கும் ஒசையையும் கேட்கிறீர்கள். என்னுடைய சட்டைப்பையிலிருந்து அரக்குக் குச்சியை வெளியே எடுக்கிறேன். உடனேயே அனைத்துமே மாறுகிறது. இத்தனைக்கும் எதையும் நான் தொடக் கூட இல்லை. நீர் சிதறுவது குறைகிறது. நீர் ஒரே தொடர்ச்சியான கோடாகப் (படம் 42) பயணம் செய்து காகிதத்தில் உரத்த தடதடக்கும்



படம் 42

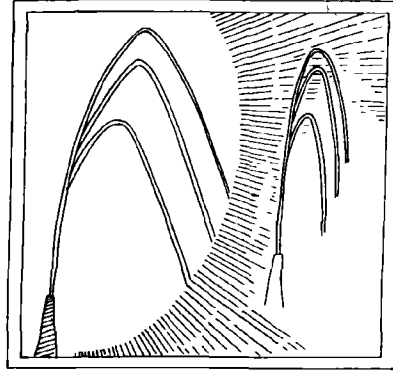
ஒசையை உண்டாக்குகிறது. கோடை மழையின் ஒசை உங்களுக்கு நினைவுக்கு வரும். நான் நீருற்றை நோக்கிச் சிறிது நெருங்கி வருகிறேன். நீர் மீண்டும் சிதறுகிறது. ஆனால் இம்முறை சிறிது வித்தியாசமான முறையில் விழுகிறது. முன்பிருந்ததைவிட சிதறும் துளிகள் அளவில் பெரியவையாக இருக்கின்றன. அரக்குக் குச்சியை நான் மறைத்து வைக்கிறேன். பழையபடி நீர் குழாயிலிருந்து வெளியே சிதறுகிறது. வெளியே எடுத்தவுடன் நேர்க்கோட்டில் பாய்கிறது.

அரக்குக்கு பதிலாக புகை மிகுந்த சுடரை எடுத்துக் கொள்கிறேன். பென்சீனில் தோய்க்கப்பட்ட பஞ்சு அல்லது கம்பளியை ஒரு குச்சியின் முனையில் வைத்து அதனைப் தீப்பற்றச் செய்வதன் மூலம் புகைக்கும் சுடரை உருவாக்கலாம். இச்சுடரை நீருற்றுக்கு அப்பால் பிடித்துக் கொள்ளும் வரை எவ்வித வளையையும் ஏற்படுத்த வில்லை. ஆனால் நான் நீருற்று இதனுடே புகுந்து செல்லும்படி பிடித்துக் கொண்டால் அனைத்து நீரும் ஒரே நேர்கோட்டில் ஒடி சிதறுவது குறைந்து, அழுக்கான கரிய ஊற்றாக காகிதத்தின் மேல் விழுகிறது. ஒரு மயிரிழை அளவுள்ள குழாயின் மூலம் நீருற்றுக் குழாயின் எண்ணெய் செலுத்தப்பட்டாலும் இதேதான் அப்படியே நிகழ்கிறது.

மேசையின் மறுபக்கத்தில் சுருதிமானியை ஒலிக்க வைக்கிறேன். நீருற்று தன் தோற்றத்தில் எந்த வகையிலும் மாறுபடவில்லை. நீர் வெளிவரும் மூக்குக் குழாயின் மீது படிந்திருக்கும் நீண்ட குச்சியைக் கொண்டு சுருதிமானி நிற்கும் ஆதாரமான மரக்கட்டையைத் தொடுகிறேன். இப்பொழுது மீண்டும் நீர் ஒன்று சேர்ந்து முன்பிருந்ததைக் காட்டிலும் மிகவும் நேர்த்தியாக செயல்படுகிறது. காகிதத்தில் விழும் போது நீருற்று சுருதிமானி உருவாக்கும் அதே இசை ஸ்வரத்தை ஏற்படுத்துகிறது. நீர் விழும் வேகத்தை மாற்றினால் தோற்றம் மீண்டும் மாறுவதைப் பார்ப்பீர்கள். ஆனால் இது இசையின் செயல்பாட்டுக்கு உட்பட்ட நீருற்றைப் போன்று இருப்பதில்லை. சில சமயங்களில் இரண்டு மூன்றாகப் பிரிந்தும், சில சமயங்களில் மேலும் தனித் தனியாக கோடுகளாகவும் காட்சியளிக்கின்றன. இவை இவ்வாறு தோன்றும்போது ஏதோ பல்வேறு அளவுகளில் பல குழாய்கள் சிறிதே மாறுபட்ட திசைகளில் வைக்கப்பட்டு அதன் வழியே

சொற்பொழிவு - 2

நீர் வெளிவருவது
போல் தெரிகிறது.
(படம் 43) நீர்
வெளிவரும் மூக்குக்
குழாயுடன்
இணைக்கப்பட்ட
மரத்துண்டின்
பாடுவதன் மூலம்
பல்வேறு
வகைப்பட்ட
ஸ்வரங்களின்



படம் 43

விளைவை வெகு எளிதாக எடுத்துக்காட்டலாம். பல
சுருதிகளில் பற்பல ஓசைகளை உருவாக்குகிறேன். இப்
பரிசோதனையில் ஸ்வரங்களை விட ஓசைகள் தகுந்த
வைகளாக இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு புதிய ஓசைக்கும்
நீலுற்று புதிய தோற்றத்தை எடுத்துக் கொள்வதை நீங்கள்
காணலாம். அரக்கு, புகையும் சுடர் அல்லது எவ்வாறு
இப்படிப்பட்ட மர்மமான விளைவை ஏற்படுத்துகிறது
என்று நீங்கள் வியக்கலாம். ஆனால் நீங்கள் எதிர்
பார்க்கும் அளவிற்கு இதன் விளக்கம் சுடினமானது
அன்று.

நாம் மீண்டும் சந்திக்கும் பொழுது இதனைத்
தெளிவுப்படுத்த விரும்புகிறேன்.

சொற்பொழிவு - 3

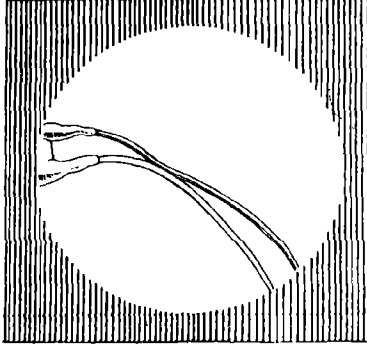
சென்ற சொற்பொழிவின் இறுதியில் நான் சில ஆர்வமுட்பெய்யான நீர்நூற்று பரிசோதனைகளை உங்களுக்குச் செய்து காட்டினேன். அவற்றை இப்பொழுது நான் விளக்க வேண்டும். திரவ உருளையைப் பற்றி நான் கூறியவற்றை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். அகலத்தைப் போல் மூன்று மடங்குக்கும் சிறிது அதிகமான நீளம் கொண்ட திரவ உருளை தன்னுடைய வடிவத்தில் நிலைத்திருக்க முடியாது. நீளத்தைப் போன்று மூன்று மடங்குக்கு அதிகமாக இருக்கும்படி செய்தால், அது தொடர்ச்சியான மணிகளாக உடைந்து போகும். மூன்று விட்டங்களுக்கும் குறைவான இடைவெளியில் ஓர் உருளை இருக்கும் பொழுது எப்படியாவது தொடர்ச்சியான கழுத்துப் பகுதிகள் அதில் உருவாகும்படி செய்தால், சில கழுத்துப் பகுதிகள் பழைய நிலையை அடைய முற்படும். ஏனெனில் மூன்று விட்டங்களுக்குக் குறைவான நீளமுள்ள உருளைத் துண்டு நிலைத்திருக்கும் தன்மை ஆகையால் கழுத்துப் பகுதிகள் சிறிது நேரத்தில் நன்கு வளர்ந்து கடைசியில் உடைந்து மணிகள் உருவாகும். ஆனால் கழுத்துப் பகுதிகள் மூன்று விட்டங்களுக்கு அதிக தூரத்தில் உருவாக்கப் பட்டால், அவற்றைக் குறுகலாக ஆக்கியபடி உருளை துளிகளாக உடையும். கழுத்துப் பகுதிகள் நாலரை விட்டங்கள் தொலைவில் இருக்கும் பொழுது இது நிகழும். இதனையே வேறு வகையில் சொல்லலாம். மூக்குக் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் நீர்நூற்று முழுவமையாக அசையாமல் இருந்தால் நாலரை விட்டத் தொலைவில் மணிகளாக எளிதாக நீர் உடைந்து போகின்றது. ஆனால் நீர்ப்பிவி சிறிது சலனம் ஏற்பட்டவுடன் வெளிவரும் நீர் உருளையில் சிறிய இடைப்பகுதி களை உருவாக்கி மணிகள் எண்ணிக்கையில் அதிகமாகவும் நெருக்கமாகவும், அல்லது சிறிய எண்ணிக்கையில் தொலைவாகவும் உடைந்து போக வகை செய்கிறது. நீர்நூற்று உருவாக்கும் விளை

சொற்பொழிவு - 3

யாட்டில் நீங்கள் நீர்ப்பிலியை எவ்வளவு சலனமில்லாமல் வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு சலனமில்லாமல் வைக்க வேண்டும். அப்படியிருந்தும் தற்செயலான எல்லாவிதமான நடுக்கங்களும், வெளிவரும் உருளையில் சிறிது குறுகலாகவும் வெவ்வேறு தொலைவுகளில் அகலமாகவும் ஒரே சீராக அமையாது ஏற்படுவதால் தூரங்களில் உடைந்து விடுகிறது. இத்துளிகள் எப்பொழுதும் ஒன்றை விட்டு ஒன்று பிரிந்து செல்லவே முற்படுகின்றன. மேலும் இவை இடைப்பகுதியை உருவாக்கி ஒன்றையொன்று ஒரு கணம் ஈர்க்கின்றன. காரணம் இடைப்பகுதியின் மீட்சித்தன்மை கொண்ட உறையே ஆகும். இதனை நீங்கள் ஏற்கனவே பார்த்திருக்கிறீர்கள் காற்றில் தன்னிச்சையாக நகரக் கூடிய நேரத்தில் துளிகள் ஒரே அளவாக இல்லாமல் இருப்பது ஒரு தொந்தரவாக அமைகிறது. ஒன்று வேகமாகச் செல்லும். ஒன்று மந்தமாக பின் தங்கும். ஒரே அளவிலும் ஒரே இடைவெளி விட்டும் இல்லாமல் இருப்பதால் பல துளிகள் நீளமாக பயணம் செய்வதற்கு பதிலாக எழும்பி குதிக்கின்றன. எப்பொழுது அவை ஒன்றுடன் ஒன்று மோதிக் கொண்டு பிறகு இணையும் என்று எதிர்பார்ப்பீர்கள். ஆனால் அவ்வாறு நிகழாத வகையை என்னால் காட்ட முடியும். இண்டியா ரப்பரால் ஆன இரண்டு பந்துகள் ஒன்றை ஒன்றும் கடினமில்லை. உங்களிடம் தொடர்ச்சியான துளிகள் வெவ்வேறு அளவுகளில் சீரற்ற தொலைவுகளில் இருந்தால் அடிக்கடி ஒன்றுடன் ஒன்று மோதிக் கொள்ளும். அவை ஒன்றை விட்டு ஒன்று பிரிந்து செல்லத் தலைபட்டு நாம் முன்பு பார்த்தவாறு சீழே உள்ள காகிதத்தின் எல்லா பகுதிகளிலும் சிதறி விடும். இதை நாம் ஏற்கனவே பார்த்தோம். அரக்குக் குச்சியும், புகையும் கூடும் என்ன செய்தன? இவ்வாறு நிகழாவண்ணம் இசையின் ஒலி எவ்வாறு தடுத்தது? முதலில் நான் அரக்கினை எடுத்துக் கொள்கிறேன். அரக்குத் துண்டு ஒன்று உங்கள் மேலங்கியில் உரசப்படும் பொழுது மின்னூட்டம் பெறுகிறது. ஆகவே அது சிறு சிறு காகிதத்

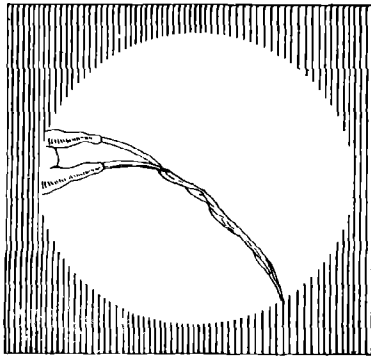
சோப்புக் குமிழ்கள்

துண்டுகளைத் தன்னை நோக்கி ஈர்க்கிறது மின்னூட்டம் பெற்று வெவ்வேறு விதமான துளிகள் செயல்பட்டு அவற்றை ஒன்றை நோக்கி ஒன்று ஈர்க்க வைக்கிறது. இது உண்மைதான். ஆனால் அவற்றுக்கிடையே உள்ள காற்றுப்படலத்தைக் கிழித்துக்கொண்டு அவற்றை இணை



படம் 44

இந்த நீரூற்றுகள் எழும்பி விலகி விழுவதை நீங்கள் நன்றாகப் பார்க்கலாம். (படம் 44) அவை உண்மையிலேயே எழும்பி விழுவதைக் காட்ட இரண்டு புட்டிகளில் உள்ள நீரையும் தனித்தனியே நிறமேற்றியிருக்கிறேன் அரக்கு



படம் 45

க்கத் தேவையான ஆற்றல் வேண்டும். இது வித்தையல்ல என்று நிரூபிக்க என்னிடம் இரண்டு தனித்தனி புட்டிகளிலிருந்து வெளிவரும் நீரூற்றுகள் ஒரு விளக்கின் முன் உள்ளன சுத்தமான நீரினால் உருவாக்கப்பட்ட

இப்பொழுது என் பையில் உள்ளது. நான் இந்த அறையின் மறு பக்கத்திற்குச் செல்கிறேன் உடனேயே இரண்டு நீரூற்றுகளும் இணைகின்றன (படம் 45) இதனை மீண்டும் செய்து பார்க்கலாம். ஏனென்றால்

மின்சாரம் இருக்கிறது என்பதை நிரூபிப்பதற்கான மிக நுண்ணிய பரிசோதனைகளுள் இதுவும் ஒன்று. முதல் பரிசோதனையை நீங்கள் புரிந்து கொண்டிருப்பீர்கள். தனித்தனி துளிகள் ஒன்றைவிட்டு ஒன்று விலகி எல்லா திசைகளிலும் சிதறும்பொழுது அரக்கு அருகில் நிறுத்தப் பட்டால் அவ்வாறு சிதறாமல் இருப்பது மின்சாரத்தின் செயல்பாட்டால்தான். ஆகவே அவை இணைக்கின்றன. மேலும் இதன் பயனாக காதிதமெங்கும் பரவலாக சிறுசிறு துளிகளாகச் சிதறுவதற்கு பதிலாக ஒரே நேர்க் கோட்டில் ஊற்றாக பெரிய துளிகள் ஒன்றன் மீது ஒன்று விழுகின்றன. இவை புயல் காற்றில் இடியோசையுடன் கூடிய மழையில் விழும் பெரிய துளிகளைப் போலக் காணப்படுகின்றன. இதே காரணத்தாலேயே புயலின் பொழுது விழும் மழைத்துளியின் அளவு பெரிதாக இருக்கிறது. லார்ட் ராலே என்பவர் செய்து காட்டிய பரிசோதனையும் விளக்கத்தையும் இப்பொழுது பார்த்தோம்.

பின்னர் செய்து காட்டப்பட்ட புகையும் சுடர் பரிசோதனை திரு.பிட்வெல் என்பவரால் நிரூபிக்கப் பட்டது. இப் பரிசோதனையும் இதே விளைவை ஏற்படுத்தியது. காற்றுப் படலத்தை தூசு உடைத் தெறிந்து. எவ்வாறு மின்னேற்றமடைந்த இரு நீரூற்று களுக்குமிடையே உள்ள காற்றுப் படலத்தை மாசு உடைத்து இணைக்கிறதோ அவ்வாறு செயல்படக்கூடும். அப்படி இருந்தாலும் நீரின் மீது படியும் எண்ணெய்க் கறை இத்தகைய விளைவின் மீது ஏதாவது செய்யும். ஏனெனில் எண்ணெயும் சுடரைப் போலவே செயல் படும். ஆனால் இப்பரிசோதனையில் எண்ணெய் செயல்படும் விதம், கொந்தளிக்கும் கடலை அமைதிப்படுத்து வதைப் போன்று அத்தனை எளிமையாக புரிந்து கொள்ள முடியாதது.

அரக்கை நான் அருகில் பிடிக்கும்பொழுது துளிகள் இதைப் போலவே ஒன்றுடன் ஒன்று இணைகின்றன.

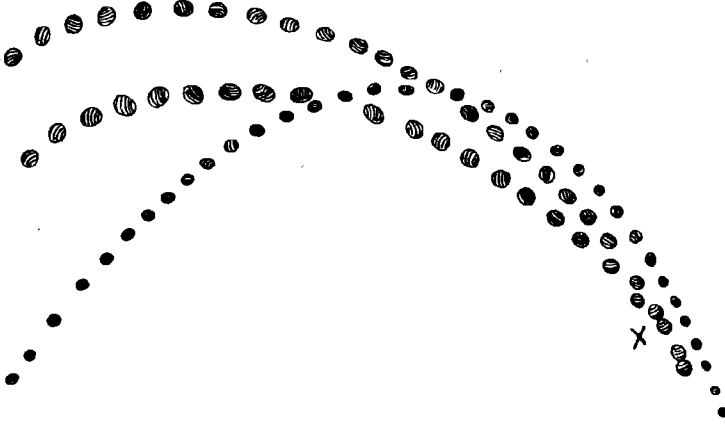
சோப்புக் குமிழ்கள்

ஆனால் அவை அதிக அளவில் மின்னூட்டம் பெறுவதால் துகள்கள் ஒன்றை ஒன்று விலகிக் செல்லும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். ஆகவே மின் கிதறல் உண்டாக்கப் படுகிறது.

நீங்கள் சுரமானி நீர்த்துளிகளை ஒரே நேர்க் கோட்டில் செலுத்துவதை ஏற்கனவே பார்த்திருப்பீர்கள். அதை நான் விளக்குகிறேன். ஒரு இசை ஸ்வரம் வேகமான அதிர்வுகளால் உண்டாக்கப்படுகிறது என்பது எல்லோருக்கும் தெரிந்ததே. அதிர்வுகள் எவ்வளவு அதிகமாக உள்ளதோ அந்த அளவிற்கு ஸ்வரத்தின் சுருதி அதிகமாக இருக்கும். உதாரணமாக, என்னிடம் சுழலக்கூடிய பல்சக்கரம் ஒன்று உள்ளது. எவ்வளவு வேகமாக சுழல வைக்க நினைக்கிறேனோ அவ்வளவு வேகமாக இதைச் சுழற்ற முடியும். மெதுவாக இப்பொழுது சுழல்கிறது. மறு கையில் ஒரு அட்டையைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறேன். பல் சக்கரம் சுழலும் போது அட்டையில் பட்டு தனியான ஒலி எழுப்புவதை உங்களால் கேட்க முடிகிறது. இப்பொழுது வேகமாக சுழற்றுகிறேன். அட்டை தாழ்வான சுருதியுடன் ஒலி எழுப்புகிறது. நான் மேலும் மேலும் வேகமாகப் பல்சக்கரத்தைச் சுழற்றும் போது சுருதி மெதுவாக உயர்ந்துக் கொண்டே போகிறது. என்னால் மட்டும் இதனை மிக வேகமாகச் சுழற்ற முடிந்தால் ஒலியின் சுருதி மிக உயர்வாக நம்மால் கேட்கக் கூடிய அளவையும் மீறி உண்டாகும். இதனால் நம் காதுகளால் அதனைக் கேட்க முடியாமல் போகலாம். ஒரு சுரமானி ஒரு குறிப்பிட்ட தனிப்பட்ட அளவில் அதிர்வடை கிறது. ஆகவே அது குறிப்பிட்ட ஸ்வரத்தைத் தருகிறது. ஒரு வினாடியில் 128 முறை அதிர்வடையும் சுரமானியை இப்பொழுது ஒலிக்க வைத்திக்கிறேன். ஆகவே மூக்குக் குழாயும் அதிர்வடைகிறது. இவ்வாறு அதிர்வடைவது பிரித்தறிய முடியாவிட்டாலும் வினாடிக்கு 128 தடவை அதிர்வடைவதன் மூலம் வெளிவரும் நீர் உருளையின்

128 இடைப்பகுதிகளை வினாடிக்கு 128 முறை உருவாக்கு கிறது. நீர்பிலி அளவு என்ன? நீர் எவ்வளவு வேகமாக அனுப்பப்படுகிறது? இடைப்பகுதிகள் நாலரை விட்டங்கள் இடைவெளியில் உருளையினுள் உருவாகின்றனவா என்பவற்றைப் பொறுத்து இது அமையும். நீர்பீலி பெரியதாக இருந்தால் நீர் வேகமாகச் செல்ல வேண்டும் அல்லது அழுத்தம் அதிகமாக இருக்க வேண்டும். நீர்பீலி மெல்லியதாக இருந்தால் குறைந்த வேகமே போது மானது. இது நிகழ வேண்டுமானால், நான்கு விட்டங்களின் இடைவெளியில் உருவாகும் இடைப்பகுதி எந்த இடத்திலும் மிகவும் இலேசான தோன்றினாலும் மிகச் சரியான அதனுடைய படத்தை வைத்துக் கொண்டும் வட்டத்தில் உள்ள சிறு வேறுபாட்டைக் கண்டுபிடிக்க முடியாது. அவ்வாறு வேகமாக உருவாகும் இடைப்பகுதியும். அதன் மூலம் நீர்த் தம்பமும் சீராக உடைந்து அதனால் உருவாகும் ஒவ்வொரு துளியும் தனக்கு முன்னும் பின்னும் உள்ள துளிகளைப் போன்றே விளங்குகின்றன. எவ்வித மாறுபாடும் அவற்றினிடையே இருப்பதில்லை. எல்லா வகைகளிலும் ஒத்திருக்கும் துளிகள் ஒரே பாதையைத்தான் பின்பற்ற வேண்டும். ஆகவே அவை தொடர்ச்சியான நீருற்றாகக் காட்சியளிக் கின்றன. இடைப்பகுதிகள் நாலரை விட்டங்கள் இடை வெளியுடன் இருந்தால் மிக எளிதாக ஊற்று உடைந்து போகும். ஆனால் குறிப்பிட்ட ஸ்வரங்களின் வீச்சுக்கு உட்பட்டு நீருற்று உடைந்து போவது உண்டு. இதற்குக் காரணம் மூன்று விட்டங்கள் தொலைவிற்கு அதிகமாக இடைப்பகுதிகள் உருவாக்கப்பட்டால் இவ்வாறு நிகழும். இரு ஸ்வரங் கள் ஒரே நேரத்தில் ஒலிக்கும்படி செய்தால் பெரும் பாலும் ஒவ்வொரு ஸ்வரமும் தன்னுடைய தனிப்பட்ட விளைவை ஏற்படுத்தும். இதனால் வேறுபட்ட அளவுகளில் மாறி மாறி துளிகள் உருவாகும். மேலும் இரண்டு தனித்தனியான ஊற்றுகள் நீர் பிலியிலிருந்து தோன்றும். இதைப் போலவே மூன்று, நான்கு அல்லது

அதற்கும் மேலாக தனித்தனியாக ஊற்றுகளை உருவாக்கலாம். இப்பொழுது நான் இத்தகைய ஒவிக்கும் நீருற்றுகளின் புகைப்படங்கள் சிலவற்றைக் காட்டப் போகிறேன். இவை மின்பொறியின் உதவியால் அந்தந்த கணத்தில் உடனுக்குடன் எடுக்கப்பட்டவை. வெவ்வேறு அளவுகளில் உள்ள துளிகள் செல்லும் தனிப்பட்ட பாதைகள் நீங்கள் புகைப்படலத்தில் காணலாம்.



படம் 46

(படம் 46) ஒரே நீர்பீலியில் இருந்து உடைந்து வெளிப்படும் எட்டு தனித்தனி நீருற்றுகளை ஒரு புகைப்படம் காட்டுகிறது. ஆனால் அவை தனிப்பட்ட பாதைகளைப் பின்பற்றுவது தொடர்ச்சியான சீரான முழுமையான துளிகளின் சரியான இயக்கத்தினால் காணமுடிகிறது. இப்புகைப்படங்களில், துளிகள் சரியான இயக்கத்தினால் காண எழும்பியுள்ளதைப் பார்க்கலாம். அவை சந்திக்கும் பொழுது இண்டியா ரப்பரால் உண்டாக்கப்பட்ட பந்துகள் போன்று தட்டை யாவதையும் காணமுடிகிறது. திரையில் உள்ள புகைப்படத்தில் பெருக்கல் குறியால்

குறிப்பிட்டுள்ள இடம், இரண்டு துளிகள் மோதி எழும்புவதைக் குறிக்கிறது. எழும்புவதின் விளைவை முன்னேறிச் செல்லும் துளிகளில் அதிகமாகவும் வேகமாகவும் உள்ளது. இதன் மூலம் ஒன்றையொன்று வேகத்தைக் கட்டுபடுத்துவதால், மாறுபட்ட திசை வேகத் துடனும் மற்றும் சிறிது வேறுபட்ட திசையிலும் துளிகளைப் பயணம் செய்ய வைக்கிறது. இக் காரணத்தினாலேயே பின்னர் துளிகள் குறிப்பிட்ட பாதைகளைப் பின்பற்றுகின்றன. சிறு துளிகளிலும் இத்தகைய விளைவே செயல்படுகிறது என்பதில் எந்தவித சந்தேகமும் இல்லை. ஆனால் இந்த விளைவு நிகழும் இடம் புகைப்படத் தகட்டிற்குச் சிறிது வெளியே உள்ளதால் என்ன நடக்கிறது என்பது பதிவு செய்யப்பட வில்லை. நான் அடிக்கடி குறிப்பிடும் மிகச் சிறிய துளிகள் பொதுவாக ஒரு இசை ஸ்வரத்தின் தாக்கத்தால் நீருற்றின் பக்கங்களிலிருந்து தூக்கி எறியப்பட்டு, பின்னர் அவை தமக்கே உரிய வளைவான பாதைகளில் சேராகச் செல்கின்றன. இந்த பயணம் மைய நீருற்றைக் காட்டிலும் நன்கு வேறுபட்டு விளங்குகிறது. சாதாரண துளிகளால் முன்னும் பின்னும் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை மோதப்பட்ட பின்பே இச்சிறு துளிகள் பக்கங்களிலிருந்து விடுபட முடியும். மின்னூட்டம் பெறப்பட்ட ஒரு அரக்குக் குச்சியை நீர் பீலியின் அருகில் பிடித்துக் கொண்டு மெதுவாக உயர்த்துவதன் மூலம் அகல முதலில் வெளியே தெரியும் இடத்திற்கு முன்பாகவே அதற்குக் கீழே உருவா வதை நம்மால் எளிதாகக் காட்ட முடியும். மிகச் சிறிய துளிகள் தோன்றும் இடத்திற்கு எதிர் புறத்தை எடுத்துக் கொண்டால் பெரிய துளிகளைவிட மின்னூட்டம் பெறப்பட்ட அரக்கு மிகச் சிறிய துளிகளின் மேல் மிகுந்த ஆற்றலுடன் செயல் படுகிறது. அவை தோன்றி நிலைப்பதற்கு முன்பாகவே உடனுக்குடன் வெளியே இழுத்துவிடுகிறது. அரக்குக் குச்சியை சுற்றி சிறிய முழுமையான பாதைகளில் அவை சுழன்று

வருகின்றன. சூரியனைச் சுற்றி வரும் கோள்கள் போன்று இவை செயல்படுகின்றன. காற்றுத் தடையின் காரணமாக, வட்டப் பாதைகள் சுருள்களாக மாறி மிகச் சிறிய துளிகள் பலமுறை சுழன்ற பின்பு கடைசியாக அரக்கின் மீது விழுகின்றன. ஏதாவது உராய்வு விசையின் குறுக்கீட்டால் விண்வெளியில் இயக்கத்தில் உள்ள கோள்கள் பல முறை சூரியனைச் சுற்றி வந்த பின்பு அதனுள்ளேயே விழுந்துவிடுவது போன்றதாகும்!.

இசை ஊற்று செயல்படும் விதத்தை முழுமையாக செய்து காட்ட ஒன்றே ஒன்று தேவை. அது என்ன வென்றால் நீங்கள் உங்கள் கண்களால் இத்தகைய துளிகளை நீருற்றின் வெவ்வேறு இடங்களில் காண வேண்டும். இப்பொழுது நான் ஆற்றல் மிக்க ஒரு மின்பொறியை உண்டாக்கினால், அத் தருணத்தில் மிகச் சிலர் இத்துளிகளைப் பார்க்கக் கூடும் என்பது உண்மைதான். ஆனால் உங்களில் பெரும்பாலானோர் எதையுமே பார்க்க முடியும் என்று தோன்றவில்லை. ஒரே ஒரு முறை வெளிச்சத்தை உருவாக்குவதற்கு பதிலாக இன்னொன்றையும் உருவாக்கி, ஒவ்வொரு துளியும் தனக்கு முன்பு இருந்த துளி அமைந்திருந்த இடத்தை அடைந்தவுடன் ஒன்றையும், மீண்டும் ஒரு முறை இவ்வாறு இடம் பெயர்ந்தவுடன் மற்றொன்றையும் உபயோகித்து எடுத்தால், அது துளிகள் வேகமாக காற்றில் பயணம் செய்தாலும் கூட ஒரே இடத்தில் நிலைத்திருப்பதைப் போன்ற ஒரு தோற்றத்தை அளிக்கும். வெளிச்சத்தை வீசுவதில் என்னால் சரியான நேரத்தைக் கணிக்க முடியாவிட்டால் ஒரு விந்தையான தோற்றம் உருவாகும். உதாரணமாக, வெளிச்சம் விழும் வேகம் மிக அதிகமாக இருந்தால், ஒவ்வொரு துளியாலும் தன்னுடைய அடுத்த சரியான இடத்தை அடைவது நேரமின்மையால் இயலாமல் போகும். இதனால் இரண்டாவது முறை வெளிச்சம் விழும்போது துளிகள் முன்பு இருந்த இடத்திற்குச் சற்று பின் தங்கியே அடுத்த

சொற்பொழிவு - 3

துளிகள் காணப்படுகின்றன. அடுத்து மூன்றாவது வெளிச்சம் விழும்போதும் இவ்வாறே இன்றும் முன்பு இருந்த இடங்களை விட பின்தங்கி காணப்படும். ஆகவே அவை மெதுவாக பின்னோக்கி நகர்வதைப் போன்ற தோற்றத்தை அளிக்கின்றன. இவ்வாறு இல்லாமல் என்னுடைய வெளிச்சக் கீற்றுகள் விரைவாகப் படம் பிடிக்காமல் இருந்தால், துளிகள் ஒவ்வொரு வெளிச்சம் விழும் நேரத்திலும் சிறிது தூரம் அதிகமாக பயணம் செய்துவிடுகின்றன. ஆகவே அவை மெதுவாக முன்னோக்கி நகர்வதைப் போன்ற தோற்றத்தைத் தருகின்றன.

இப்பொழுது ஒரு பரிசோதனை மூலம் முயற்சி செய்து பார்ப்போம். ஒரு மின்சார விளக்கு ஆற்றல் மிக்க ஒளிக்கற்றையை திரையின் மீது செலுத்துகிறது. இதனை ஒரு லென்சின் மூலமாகக் குவியச் செய்து பின்னர் ஓர் அட்டையில் உள்ள சிறு துளையின் வழியாகச் செலுத்துகிறேன். ஒளி பின்னர் திரையின் மீது பரவி விழுகிறது. அட்டைக்கும் திரைக்கும் இடையே நீலநிறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆகவே விழும் நிழல் நன்றாகக் காணும் வகையில் அமைகிறது. அட்டைக்குச் சிறிது பின்னால் ஒரு சிறு மின்சார மோட்டாரை வைக்கிறேன். இந்த மோட்டாருடன் ஆறு துளைகளுடன் கூடிய அட்டை ஒன்று தட்டுடன் இணைக்கப்பட்டு மிக வேகமாக சுழலக் கூடியதாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நிலை யாக உள்ள அட்டையில் உள்ள துளையின் முன் சுழலும் அட்டையின் துளைகள் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக வருகின்றன. ஆகவே ஒரு சுழற்சியில் ஆறு வெளிச்சம் கற்றைகளை உருவாக்க முடிகிறது. ஒரு வினாடிக்கு 43 முறை அட்டை திருப்பப்பட்டால், சரியான விதத்தில் ஒவ்வொன்றையும் பின்பற்றும். இப்பொழுது மோட்டாரை இயக்குகிறேன். இதைத் துவக்கிய சில கணங்களுக்குப் பிறகு சரியான வேகத்தை அடைகிறது. எப்படி இந்த வேகம் சரிதானா என்பதைக் கண்டு பிடிப்பது? துளைகளின்

வழியே ஒரு ஸ்வர ஒலியை ஊதுகிறேன். ஒலிமானியை விட அதிகமாக ஒலிக்கும் பொழுது வேகம் அதிகமாக இருக்கிறது என்றும், அதைப் போலவே ஒலிக்கும் போது மிகச் சரியான உள்ளது என்றும் அறிந்து கொள்ளலாம்.

வேகம் மிகச் சரியாக உள்ளது என்பதை இன்னும் நன்றாக வெளிப்படுத்த நான் ஒரு ஒலிமானியை, வெளிச்சத்துக்கும் திரைக்கும் இடையே வைக்கிறேன். ஆகையால் இப்பகுதியை வெளிச்சமாக்கி அதன் நிழல் திரையில் விழுவதைக் காண முடியும். நான் இன்னும் நீரைச் செலுத்த ஆரம்பிக்கவில்லை. அதற்கு முன்னால் ஒலிமானியைப் பாருங்கள். மோட்டாரைச் சிறிது நிறுத்தி வைக்கிறேன். இதனால் விழும் வெளிச்சமானது நிலையாக இருக்கிறது. இயக்கத்தில் உள்ள ஒலிமானியை உங்களால் காண முடிகிறது. இதன் கால்கள் முனைகளில் துல்லியமாகத் தெரியாததற்குக் காரணம் அங்குதான் இயக்கம் மிக வேகமாக உள்ளது. இப்பொழுது மோட்டார் இயக்கப்படுகிறது. உடனேயே ஒலிமானி மாறு பட்டுத் தெரிகிறது. ஒரு இண்டியா ரப்பர் துண்டு மெதுவாக திறந்து மூடுவது போல் தோற்றமளித்து, இப்பொழுது அசைவற்று நிலையாகத் தோன்றுகிறது. ஆனால் இதிலிருந்து வரும் ஒலியானது ஒலிமானி எவ்வகையிலும் அசைவற்று இல்லை என்பதை எடுத்துக் காட்டுகிறது. ஒலிமானியின் கால்கள் அதிர்வடைகின்றன. ஆனால் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில்தான் ஒளி அதன் மீது விழுகிறது. அவற்றின் அசைவை இது ஒத்திருக்கிறது. ஆகவே நான் கூறியபடி நீர்த்துளிகளைப் போன்றே ஒலிமானியும் அசைவற முழுவதும் நிலையாகக் காட்சி யளிக்கிறது. இப்பொழுது வேகம் சிறிதளவு மாற்றப் படுகிறது. ஒவ்வொரு ஒளிக்கீற்றும் சிறிது விரைவாகவோ அல்லது சிறிது தாமதமாகவோ வரும் பொழுது நான் முன்பு விளக்கியபடி முன்பு வெளிச்சத்தில் பார்த்த இடத்திற்கு சிறிது முன்னால் அல்லது சிறிது பின்னால்.

தெரியும். ஆகவே ஒலிமானி மெதுவாக அசைவதை, உண்மையில் ஒலிமானியின் கால்கள் வினாடிக்கு 128 முறை முன்னும் பின்னும் அசைவதை நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள். ஒலிமானியை அல்லது அதன் நிழலைப் பார்ப்பதன் மூலம் நீங்கள் ஒலி அதிர்வுகளுடன் சரியான நேரக் கட்டுப்பாட்டில் இருக்கிறதா என்பதைச் சொல்ல முடியும். ஆகையால் நீர்த்துளிகளுடனும் இவ்வாறே கூறலாம்.

இப்பொழுது நீர் ஒடுகிறது. ஒவ்வொரு தனித் தனி நீர்த்துளியையும் நிலையாக இருப்பதைப் போல் நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள். முத்துக்கள் அல்லது வெள்ளி மணிகளைக் கண்ணுக்குத் தெரியாத கம்பியில் கோர்த்தது போல் காணப்படுகிறது. (ஃப்ரான்டிஸ் பீஸைப் பார்) (Frontispiece) அட்டையை இருப்பதை விட மெதுவாகச் சுழற்றினால் எல்லா துளிகளும் மெதுவாக முன்னோக்கி நடை போடுகிறது. இந்த அணிவகுப்பு எத்தனை அழகாக உள்ளது. ஆனால் மிகச் சிலரே இதனைக் காண முடியும். ஒவ்வொரு சிறிய துளியும் மெதுவாக உடைந்து இடைப்பகுதியை உருவாக்கி, பின்னர், விடுபட்டவுடன் முன்னர் இருந்த துளிக் குத்திரமாக மெதுவாக அசைந்தாடுகிறது. இந்த அலைவினால் அகன்றும் நீண்டும் கவிழ்ந்தும் தன்னுடைய வழியில் செல்லத் தலைப்படுகிறது. இரண்டு அல்லது மூன்று ஊற்றுக்கள் உருவாகும் பொழுது இவ்வாறு நிகழ்ந்தால் சிறிய துளிகள் ஒன்றன் மீது ஒன்று மோதி ஒன்றையொன்று அழுத்தி அவை சந்திக்கும் இடங்களிலிருந்து மீண்டும் எழும்புகின்றன. இப்பொழுது அட்டை சிறிது அதிக வேகத்துடன் திருப்பப்படுகிறது. துளிகள் பின்னோக்கி நகர்வதைப் போன்ற தோற்றத்தைத் தருகின்றன. இது நீர் தொட்டியை விட்டு வெளியே தரையில் வந்து தலைக்கு மேல் ஏறி பின்பு மூக்குக்

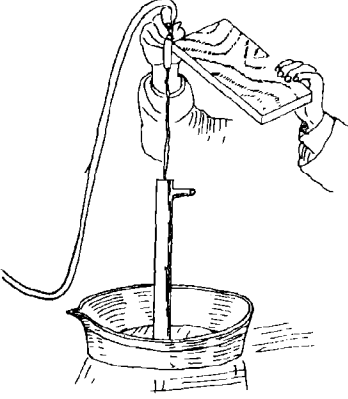
குழாயினுள் புகுந்து பின்னர் நீர் இருக்குமிடத்தை அடைவது போலத் தோன்றுகிறது. உண்மையில் இது நிகழவே இல்லை என்பதை நீங்கள் நன்கு அறிவீர்கள். நான் இத்தகைய இரண்டு துளிகளின் இடையே என் விரலை வகைக்கிறேன். எல்லா திசைகளிலும் வாரி இறைக்கும் நீர், அது தோற்றமளிப்பதைப் போல் அமைதியாக ஒருவதில்லை என்பதைக் காட்டுகிறது. இப்பரிசோதனையைப் பற்றி மேலும் ஒன்றை நான் குறிப்பிட வேண்டும். வீசும் ஒளி ஒவ்வொரு முறையும் ஒரு முழுமையான சுற்றையை அசைகின்ற ஒலி மானியின் மீது வீசும் போதும் அது ஒரு முழுமை யான அலைவை மேற்கொள்வது போல் தோற்ற மளிக்கிறது. ஒரு முழுமையான ஒளிக்கற்றை வீச்சில் நீர்த்துளிகள் முன்புறமோ அல்லது பின்புறமோ ஓரிடம் நகர்வது போல் தோன்றுகிறது.

இத்தகைய மிக அழகான இசை நீருற்றுகளின் பயன்பாடுகள் அன்றாட உபயோகத்தில் நிறைய உள்ளன. நான் இப்பொழுது அவற்றில் சிலவற்றைச் சென்று காட்டப்போகிறேன். தொலைபேசியைக் கண்டு பிடித்த திரு. கிரஹாம் பெல் (Mr. Graham Bell) என்பவருடைய உறவினர் திரு சிசெஸ்டர் பெல் (Mr. Chichester Bell) நிகழ்த்திய அரிய பரிசோதனைகளுள் சிலவற்றின் கண்ணோட்டத் தையும் பார்க்கலாம்.

என்னிடம் ஒரு சிறிய நீர்ப்பீலி அதிக அழுத்தத் துடன் மூக்குக் குழாயின் மூலம் வெளிவந்து கொண்டிருக்கிறது. நான் அதை அறையின் மேல் தளத்தை நோக்கி வைத்தால் நீர் எட்டு அல்லது பத்து அடி உயரத்திற்கு எழுவதை நீங்கள் பார்க்கலாம். ஒரு இண்டியா ரப்பர் தாளின் மீது இந்த நீருற்றை விழச்

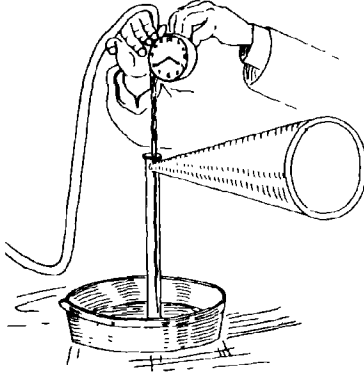
செய்யலாம். குழாயின் முடிவில் என்னுடைய சுண்டு விரலளவில் இழுத்து கட்டப்பட்டிருக்கும் இண்டியா ரப்பர் தாள் நீர் விழுவதன் காரணமாகப் பள்ளமாகும். ஊற்று வேகமாக விழுந்தால் இந்தப் பள்ளம் இன்னும் அதிகமாகும் இப்பொழுது நான் நீர்ப்பீலியை தாளுக்கு அருகில் பிடித்துக் கொண்டுள்ளேன். மிருதுவான நீர்த் தம்பம் தாளினை நிலையாக அழுத்துகிறது. மேலும் அது ஓசையின்றி அமைதியாக உள்ளது. ஆனால் நீர்ப்பீலியை நான் மெதுவாக தாளை விட்டு வெளியே அகற்றும்போது வளர்ந்து தாம் இருப்பதை முழுமையாக எடுத்துக்காட்டுகிறது. நீர்த்தம்பத்தின் அகலமான பகுதி தாளை உரசும் பொழுதுதான் எப்பொழுதையும் விட அதிகமாக பள்ளமாகிறது. இதுவே குறுகலான பகுதி தொடரும்பொழுது பள்ளம் குறைகிறது. நீர்பீலியில் கொடுக்கப்படும் மிக நுட்பமான அதிர்வு இடைப்பகுதியின் வளர்ச்சி மூலமாக உருப்பெருக்கமடைகிறது. இண்டியா ரப்பர் தாளின் மூலம் இந்த அதிர்வு மறுபடியும் பெரிதாக உருவாக்கப்படுகிறது. ஒலி என்பது அதிர்வு களால் ஆனது என்பது உங்களுக்கு நினைவிருந்தால், ஒலியை உருப்பெருக்கம் செய்ய நீர்ப்பீலி என்னும் கருவி உபயோகப்படுகிறது என்பதைப் புரிந்து கொள்வீர்கள். நான் இப்பொழுது நீர்ப்பீலியைத் தாளின் மேல் படும்படி திருப்புகிறேன். உங்களால் எதையும் கேட்க முடியவில்லை. ஆனால் ஒரு சிறு மரத்துண்டை மூக்குக் குழாய்க்கு நேராகப் பிடிக்கும் பொழுது என்ன நிகழ்கிறது? எப்படி வேண்டுமானாலும் நீர்த்தம்பம் உடையாமல் ஏதாவது ஒரு தாள் கதியில் உடைகிறது. மரத்துண்டு அல்லது ரப்பர் தாள் எளிமையானதொரு தாள கதியில் அதிர்வடைகிறது இப்பொழுது முதலில் ஏற்படக் கூடிய சில அதிர்வுகள் மரத்துண்டுக்குக் கொடுக்கப் பட்ட அதிர்வுகளை ஒத்திருக்கின்றன. இவை நீர்த் தம்பம் மூலமாக மூக்குக் குழாய் பெற்ற அதிர்வுகளாகும்.

சோப்புக் குமிழ்கள்



படம் 47

வைக்கிறேன். ஒவ்வொரு "டிக்" சத்தமும் வெளிப்புறத்தில்



படம் 48

விவரித்த செயலின் படி எவ்வாறு அதிர்வு பெரிதாக்கப் படுகிறது என்பதை கவனிக்க வேண்டும். மூக்குக்குழாயை ரப்பர் தாளுக்கு அருகே பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறேன்.

உருப்பெருக்கமடைந்த அதிர்வுகளின் பயனாக உடனேயே நீர்ப்பீலி தானாகவே உரத்த ஸ்வரத்தை வெளிப்படுத்திப் பாட ஆரம்பிக்கிறது. (படம் 47)

நான் இப்பொழுது மரத் துண்டை அகற்றி விடுகிறேன். ஒரு சாதாரண நெம்புகோல் தத்துவத்தில் இயங்கும் கடிகாரத்தை மூக்குக் குழாய்க்கு எதிராக

ஏற்படுத்தும் அதிர்வு, அது மிகச் சிறியதாக உங்களால் கண்டு பிடிக்க இயலாததாக இருப்பினும், அதே அசைவை மூக்குக் குழாயிலும் ஏற்படுத்துகிறது. இதனால் நீர்தம்பத்தில் கழுத்துப் பகுதி உருவாகிறது. இப்பகுதி நீரின் இப்பெரிய அறையின் எல்லா பகுதிகளிலும் கேட்க முடியும் (படம் 48) இப்

பொழுது நீங்கள் நான்

உங்களால் எதையும் கேட்க முடியாது. நான் மெதுவாக உயர்த்தும் பொழுது மெல்லிய எதிரொலி ஒன்று உண்டாகிறது. பிறகு அது மெதுவாக உயர்ந்து உயர்ந்து கடிகாரத்தின் 'டிக்' ஒலி போல் அல்லாது ஒரு சம்மட்டி அடிப்பது போல் கேட்கிறது.

நான் இப்பொழுது இந்த கடிகாரத்துக்கு பதிலாக இன்னொரு கடிகாரத்தை வைக்கிறேன். என்னுடைய நண்பனுக்கு இதற்காக நான் நன்றி செலுத்த வேண்டும். இதன் மீதுள்ள குமிழியை அழுத்தினால் முதலில் மணியையும் பிறகு அதன் கால் பகுதிகளையும் பின்னர் நிமிடங்களையும் அடிக்கும் ரீப்பீடர் வகையைச் சேர்ந்த கடிகாரம் இது. நீர்த்தம்பம் இப்பொழுது எல்லா வற்றையும் உங்களைக் கேட்க வைக்கும். கேளுங்கள் ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு, டிங்-டாங், டிங்-டாங் - ஒன்று, இரண்டு, மூன்று, நான்கு, ஐந்து, ஆறு. நாலரை மணி முடிந்து ஆறு நிமிடங்கள் ஆகிவிட்டன. நீர்ப்பீலி எண்களை மட்டும் அல்லாமல் இசை ஒலியையும் அப்படியே மறுபடியும் உருவாக்குகிறது. இதை நீங்கள் கவனிக்க வேண்டும். இதனால் ஒரு ஒலியை மற்றொரு ஒலியிலிருந்து உங்களால் வேறுபடுத்திக் காண முடிகிறது.

ஒரு ஸ்ருதி பெட்டியின்⁴⁵ மீது அழுத்தியிருக்கு மாறு ஒரு நீண்ட குச்சியை வைத்து அதன் மறுமுனையை மூக்குக்குழாய்க்கு எதிராக வைப்பதன் மூலம் என்னால் நீருற்றைப் பாட வைக்க முடியும். ஸ்ருதிபெட்டி அடர்ந்த நாரினால் மூடப்பட்ட இரட்டைப் பெட்டியினுள் வைத்து மூடப்பட்டால் உங்களால் எதையுமே கேட்க முடியாது. ஆனால் மூக்குக் குழாயானது குச்சியின் மீது வைக்கப் பட்டு. நீரானது இண்டியா ரப்பர் தாளை நோக்கித் திருப்பப்பட்ட உடனேயே ஸ்ருதிப்பெட்டியின் ஒலி உரக்கக் கேட்கிறது. இந்த அறையின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் கேட்கிறீர்கள் என்று நம்புகிறேன். நீருற்றை ஒரு விளையாட்டாக நினைப்பது வழக்கம். ஆனால் நீருற்றே ஒரு

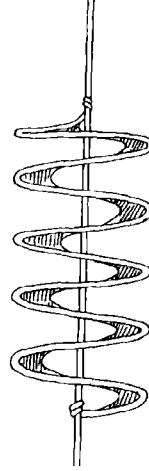
சோப்புக் குமிழ்கள்

இசைக் கருவியாக இருப்பது இப்பொழுது வெளியாகி உள்ளது. இதில் ஒரு வினோதமான விஷயம் வெளிப்படுத்தப் பட்டுள்ளது. நீர்த்தம்பம் உடையும்பொழுது சில அளவுகளில் எளிதாக உடைகிறது. வேறு வகையில் சொல்லப் போனால் நீர்நீர்ந்து சில வகையான ஒலிக் குறிப்புகளுக்கு மற்றவைகளைக் காட்டிலும் நன்றாகப் பணிகிறது. ஒரு கிடைமட்ட பியானோவின் மேல் தந்திகளில் ஒரு நாணயத்தை வைத்தால் கிடைக்கும் அதே விளைவை ஒரு ஸ்ருதிப் பெட்டியும் ஆர்வமூட்டும் வகையில் ஏற்படுத்தும். இதனை நீங்கள் சிலவகையான ஸ்வரங்களை ஸ்ருதிப் பெட்டியில் வாசிக்கும் பொழுது கேட்கலாம்.

இப்பொழுது நாம் சோப்புக் குமிழிக்குத் திரும்புவோம். கேட்டி வாய்நு மற்றும் சமதளம் மட்டுமே சுழற்சியின் வடிவங்களாக, வளைவுகள் இன்றி அமைந்து அழுத்தம் இல்லாமல் உருவாக்கப் படுபவை என்பதை நீங்கள் நினைவுக்குக் கொண்டு வர வேண்டும். இதைப் போன்ற பல பரப்புகள் எல்லா திசைகளிலும் வளைந்திருப்பதைப் போன்ற தோற்றத்துடன் வளைபரப்பு இல்லாமலும் இருக்கின்றன. ஆகவே இவை அழுத்தத்தை உருவாக்கு வதில்லை. ஆனால் இத்தகைய வடிவங்கள் சுழற்சியின் விளைவாக உருவாவதில்லை. அதாவது ஒரு வளைவான கேசகாட்டை ஒரு அச்சை ஆதாரமாகக் கொண்டு சுழற்றுவான் மூலம் மட்டுமே இவை பெறப்படுவதில்லை. கம்பி வலையைப் பற்பல வடிவங்களில் செய்து சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்து எடுப்பதன் மூலம் இவற்றை உருவாக்கலாம். வெளியே எடுக்கும்பொழுது அருமையான வகைகளில் வளை வில்லாத பரப்புகளைக் காணலாம். திருகு பரப்பு என்னும் வகை இத்தகைய பரப்புகளில் ஒன்றாகும். ஒரு கம்பியை எடுத்துச் சிலமுறை சுற்றி கம்பிச் சுருள் போல ஆக்கிக் கொள்ள வேண்டும் இதன் இரு முனைகளையும் மையத்தின் வழியே செல்லும் மற்றொரு கம்பியுடன் இணைக்க வேண்டும். திருகுப்

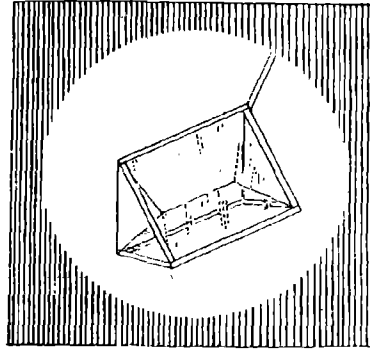
சொற்பொழிவு - 3

பரப்பை உருவாக்க இவைதான் தேவை. இந்தச் சட்டத்தை சோப்பு நீரில் தோய்ப்பதன் மூலம் திருகுப் பரப்பு கிடைக்கிறது. இது பார்ப்பதற்கு மிகவும் அழகானது. ஒரு படத்தின் மூலம் (படம்-49) ஒரு வடிவத்தின் முழுமை பற்றிய கருத்தை எடுத்துரைப்பது இயலாத காரியம். ஆனால் அதிர்ஷ்ட வசமாக இந்த பரிசோதனையாரும் எளிமையாகச் செய்யக் கூடிய ஒன்று.



படம்-49

மீண்டும், ஒரு கம்பிச் சட்டமானது சீரான வடிவியல் திடப் பொருட்களின் முனைகளைக் கொண்ட வடிவத்தில் உருவாக்கப்பட்டால், சோப்புக் கரைசலில் நனைத்து எடுக்கப்பட்டவுடன் மிக அழகிய வடிவங்களைக் காண முடியும். ஒரு முப்பட்டகக் கண்ணாடியை எடுத்துக் கொண்டால், இத்தகைய பரப்புகளனைத்தும் சமதளமாகவும், ஒவ்வொரு தளமும் மற்றொன்றைச் சந்திக்கும் முனைகள் சமகோணம் உள்ளதாகவும் இருக்கும். மூன்று தளங்கள் ஒவ்வொரு முனையிலும் இவ்வாறு சந்திக்கும் (படம் 50). மூன்று பக்கங்களை உடைய சட்டத்தில்



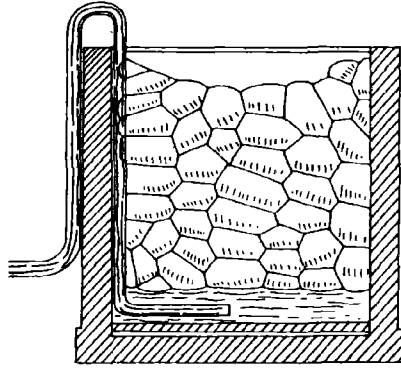
படம் 50

இத்தகைய அமைப்பு இருப்பதில் வியப்பு ஒன்றும் இல்லை. மூன்று பக்கங்களுடைய சட்டத்தில் ஒரு மையக் கோட்டில் மூன்று படலங்கள் சந்திப்பதைப் பார்த்த பிறகு நான்கு பக்கங்கள் உடைய சதுரமான சட்டத்தில் நான்கு படலங்கள் ஒன்றையொன்று மையத்தில் ஒரு கோட்டில் சந்திக்கும் என்று எதிர்பார்ப்பீர்கள். ஆனால் சட்டம் எவ்வளவு சீரற்றதாக இருந்தாலும், கரைசல் எவ்வளவு சிக்கலானதாக இருந்தாலும் எவ்வித பாதிப்பும் இருப்பதில்லை என்பது வியப்பான விஷயம்!. ஒரு முனையில் மூன்று படலங்களுக்கு மேல் இருக்க முடியாது. அல்லது நான்கு முனைகளுக்கு மேல் பட்டோ ஆறு படலங்களோ ஒரு புள்ளியில்தான் சந்திக்க முடியும். மேலும் படலங்களும் முனைகளும் ஒன்றை ஒன்று சமமான கோணங்களில்தான் சந்திக்க முடியும். எதிர்பாராதவிதமாக, நான்கு படலங்கள் ஒரே முனையில் சந்தித்தால் அல்லது கோணங்கள் மிகச் சரியாக சமமாக இல்லாமல் இருந்தால் எவ்வித வடிவமாக இருந்தாலும் நிலை யற்றதாக இருக்கும். நீண்ட நேரம் நிலைத்திருக்க முடியாமல் ஒரு படலம் மற்றொன்றின் மீது வழுக்கிக் கொண்டு செல்லும். நிலைத்திருப்பதற்கான நிபந்தனைகள் முழுமையாக நிறைவேறும் வரை இவ்வாறு வழுக்கிக் கொண்டு சென்று பின்பு நிலை யான வடிவத்தைப் பெறும். இதனை விளக்கும் வகையில் உங்களால் வீட்டில் பார்க்கக் கூடிய மிக எளிய பரிசோதனையைக் காணலாம். திரையில் இப்பொழுது காட்டப்பட்டுள்ளதைப் பாருங்கள். அரை அங்குல இடைவெளியில் இரண்டு ஜன்னல் கண்ணாடிகள் ஒரு பெட்டி போன்ற அமைப்பை உருவாக்கும் வண்ணம் உள்ளன. இதனுள் சிறிது சோப்பையும் நீரையும் ஊற்றலாம். ஒரு குழாயை இதனுள் செலுத்தி ஊதுவதன் மூலம் அதிக எண்ணிக்கையில் குமிழிகளை இரண்டு தகடுகளுக்கிடையே உருவாக்க முடியும். ஒரு தகட்டிலிருந்து மற்றொன்றையும் தொடும் வண்ணம் பெரிய அளவில் குமிழிகள் உருவாகும்பொழுது

சொற்பொழிவு - 3

எந்த இடத்திலும் மூன்றுக்கும் மேற்பட்ட படலங்கள் சந்திப்பதில்லை என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். மேலும் அவை சந்திக்கும் இடங்களில் கோணங்கள் சமமாக இருக்கும். குமிழிகளின் வளைபரப்பு காரணமாக முதலில் கோணங்கள் ஒரே அளவில் இருக்கின்றனவா என்பதைக் கண்டறிவது கடினமாக இருக்கும். ஆனால் மிக அருகில் இருக்கும் குமிழியின் படலங்கள் சந்திக்கும் இடத்தைப் பார்த்தால் வளைபரப்பினால் ஏற்படும் குழப்பத்தைத் தவிர்த்து நான் கூறியது சரி என்பதை நீங்கள் கண்டு உணரலாம்.

நீங்கள் வேகமானவராக இருந்தால், குமிழிகளை ஊதும் போதும் நான்கு படலங்கள் ஓரிடத்தில் சந்தித்து உடனேயே ஒன்றன் மீது ஒன்று வழுக்கிச் சென்று எந்த



படம் 51

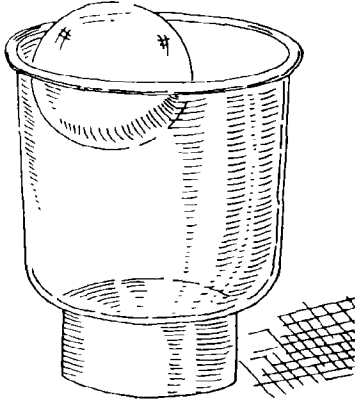
இடத்தில் நிலைப்புத் தன்மை கிடைக்குமோ அந்த நிலையில் அமைவதைக்காண முடியும் (படம் 51)

ஒரு குமிழியின் உள்ளே இருக்கும் காற்று பொதுவாக அதன் வளைபரப்பு மற்றும் மீட்சித் தன்மையின் காரணமாக அழுத்தமுடையதாக இருக்கும். குமிழியானது காற்றை ஒரு பக்கத்திலிருந்து மறுபக்கத்திற்குச் வளையத்தினுள் உள்ள படலம் உடைக்கப்பட்டதால் மூடிக்கொள்வது போல் குமிழியும் விரைவில் தானே மூடிக் கொள்ளும். ஆனால் குமிழியில் ஓட்டைகள் இல்லாததால் காற்று போன்ற வாயு மறுபக்கத்திற்குப் புகுந்து செல்ல முடியாது என்று நீங்கள் நினைப்பீர்கள். ஆனால் வாயுக்கள்

சோப்புக் குமிழ்கள்

மெதுவாக அடுத்தப் பக்கத்திற்குச் செல்லக்கூடியவை என்பது உண்மை. சில ஆவிகளைப் பொறுத்த அளவில் இத்தகைய போக்கு யாரும் நினைத்துப் பார்ப்பதைவிட வேகமாக நடை பெறுகிறது.

ஈதர் உண்டாக்கும் ஆவி மிகவும் கனமாகவும். மிக எளிதாகத் தீப்பற்றும் தன்மை கொண்டதாகவும் விளங்குகிறது. இந்த ஆவி குமிழியின் மறுபக்கத்திற்கு ஏறக்குறைய உடனுக்குடன் சென்று விடுகிறது. இந்த கண்ணாடி மணி ஜாடியில் மையொற்றும் தாளில் நான் சிறிதளவு ஈதரை ஊற்றுகிறேன். நேராகப் பார்த்தால் காவியாகத் தோன்றும். ஆனால் இதன் நிழலைத் திரையில் நோக்கும் போது நீங்கள் ஏதோ ஒரு பொருளால் ஜாடி நிறைந்திருப்பதைக் காண முடிகிறது. இப்பொழுது நான் இதனை ஒரு புறமாகச் சாய்க்கும்பொழுது நீங்கள்



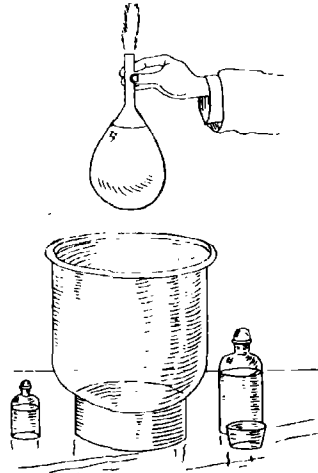
படம்-52

ஏதோ ஒன்று ஊற்றப் படுவதைப் பார்க்கிறீர்கள். இதுதான் ஈதர் ஆவி. இது கனமானது என்பதை எளிதாகக் காட்டலாம். இந்த கண்ணாடி ஜாடிக்குள் ஒரு குமிழியைப் போட வேண்டியது தான் தேவை. உள்ளே விடும் குமிழி பயணம் செய்து கனமான ஈதர் ஆவி குமிழியினுள்

சென்றிருக்கிறதா என்பதைச் சோதிக்கப் போகிறேன். (படம்-52). ஒரு கம்பி வளையத்தைக் கொண்டு ஜாடியினுள்ளிருந்து குமிழியை வெளியே எடுத்து விளக்கிற்கு அருகில் கொண்டு செல்கிறேன். உடனேயே

சொற்பொழிவு - 3

அங்கு ஒரு கூடர் வெடிக்கிறது. அதனால் இந்தப் பரிசோதனை ஈதர் ஆவி உள்ளே சென்றிருப்பதை நிரூபிக்கப் போதுமானதாகாது. ஏனெனில் ஈதர் குமிழியின் மேற்பரப்பில் கூட படிந்து அதனைத் தீப்பற்றச் செய்திருக்கக் கூடும். இத்தகைய ஈதர் ஆவியை நீரின் மீது ஊற்றி முதல் சொற்பொழிவில் நான் செய்து காட்டிய பரிசோதனை உங்களுக்கு நினைவிருக்கும். அதில் நீரின் உறையை இவ்வாறு படிந்திருக்கும் ஆவி நலிவடையச் செய்து கம்பிச் சட்டம் மறுபக்கத் திற்குச் செல்லுமாறு வகை செய்யும். இப்பொழுது ஒரு அகலமான குழாயில் குமிழியை ஊதி அதனை ஆவியில் ஒரு வினாடி பிடித்திருப்பதன் மூலம் கூறப்பட்ட விளக்கம் உண்மையானதுதானா என்பதைக் கண்டறியப் போகிறேன். வெளியே எடுக்கும் பொழுது குமிழி ஒரு பெரிய துளியைப் போன்று தொங்கிக் கொண்டிருப்பதை நீங்கள் கவனிக்கலாம் முழுமையான கோளமாக குமிழி முதலில் இருந்தது. அந்த வடிவத்தை இப்பொழுது இழந்துள்ளது. ஈதர் ஆவி உள்ளே சென்றுள்ளதை இது காட்டுகிறது. இதை நிரூபிக்க விளக்கைக் குழாயின் வாயருகே கொண்டு வந்தால், குமிழியின் மீட்சித் தன்மை காரணமாக ஈதர் ஆவி வெளித் தள்ளப்பட்டு தீப்பற்றி ஐந்து அல்லது ஆறு அங்குல நீளத்திற்குச் கூடராக எரிகிறது. (படம் 53) குமிழி அகற்றப்படும் பொழுது



படம் 53

ஈதர் ஆவி உள்ளே யிருந்து கனமான ஊற்றாக வெளியேறுவதை நீங்கள் கவனித்திருக்கக்கூடும். ஆனால் இதனை நீங்கள் தியையில் விழும் நிழலைக் கொண்டுதான் பார்க்க முடியும்.

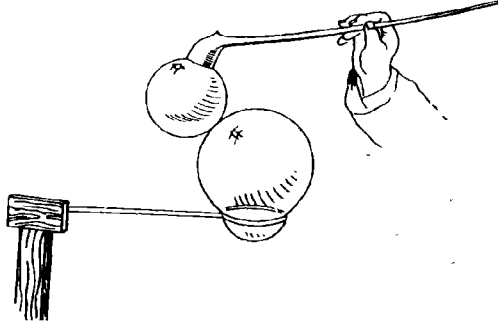
நீரும் ஆல்கஹாலும் சேர்ந்த கலவையில் நான் எண்ணெய் துளிகளைச் செய்தபோது நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். அவை அருகருகே கொண்டு வரப்பட்ட பொழுது உடனேயே அவை இணையவில்லை. ஒன்றையொன்று அழுத்திக் கொண்டு, அவை அனுமதி கிடைத்தால், ஒன்றை விட்டு ஒன்று விலகாமாறு தள்ளிவிட்டுக் கொண்டன. புகைப் படலத்தில் நான் காட்டியபடி நீருற்றின் துளிகளைப் போன்று இவை விலகிச் செல்லத் தலைபடுகின்றன. பாரஃபின் கலவையினுள் நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். நீர்த்துளிகள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்து மோதிக் கொண்டன. பாரஃபின் கொண்டு நிரப்பப் பட்டால் உருவாகும் குமிழிகளில் சிறிய நீர், மற்றும் பாரஃபின் துளிகளும் மிதந்து கொண்டிருந்தன.

இத்தகைய பரிசோதனைகள் அனைத்திலும் துளிகளுக்கிடையே ஏதோ ஒரு மெல்லிய படலம் இருந்திருக்கிறது. அதைப் பிரித்தெடுக்க அவற்றால் முடிய வில்லை. ஒவ்வொரு பரிசோதனையிலும் அதற்குத் தக்கவாறு சோப்புக் குமிழிகள் ஒன்றை யடுத்து ஒன்று பிணைக்கப்பட்டால், இடையே உள்ள காற்றை பிரித்தெடுப்பது என்பது அவற்றால் முடியுமா? நான் இங்கு செய்வதைப் போல் வீட்டில் நீங்கள் முயற்சி செய்யலாம். இப்பொழுதே பரிசோதனையைச் செய்து காட்டுகிறேன். ஒரு ஜோடி குமிழிகளை நான் ஊதியிருக்கிறேன். ஒன்றை நோக்கி ஒன்றைத் தட்டும்

சொற்பொழிவு - 3

பொழுது அவை
தனித்தன்மையுடனும் தனித்தனியாகவும் விளங்குகின்றன. (படம் 54)

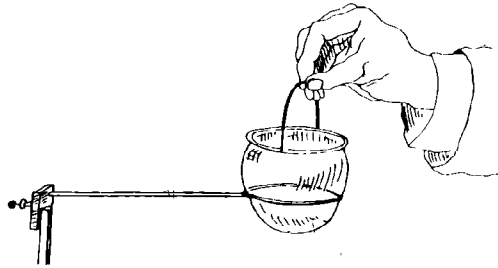
அடுத்து நான் ஒரு குமிழியை ஒரு வளையத்தின் மீது வைக்கிறேன். குமிழியானது வளையத்தினுள் புகுந்து



படம் 54

செல்லாதவாறு சற்று பெரிதாக உள்ளது. என்கையில் ஒரு வளையத்தைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறேன். அதில் ஒரு சமதள படலம் ஒன்று உள்ளது. ஒரு குமிழியை வளையத்தின் மீது வைத்து அதனை ஒரு புறம் உடைப்ப

தனால் இப்படலம் ஒரு வாக்கப் படுகிறது. குமிழியை இந்த தட்டையான படலத்தினால் மெதுவாக அழுத்தும் பொழுது



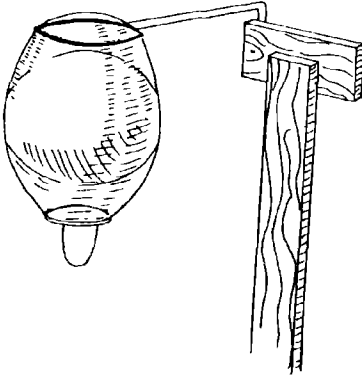
படம் 55

குமிழியை வளையத்தின்

வழியாக அடுத்த பக்கத்திற்கு என்னால் தள்ள முடியும். (படம் 55) அப்படியிருந்தும் இரண்டும் ஒன்றை யொன்று உண்மையில் தொட்டுக் கொள்ளவேயில்லை. இவ்வாறு குமிழி முன்னும் பின்னும் பலமுறை தள்ளப்படலாம்.

சோப்புக் குமிழ்கள்

நான் இப்பொழுது ஒரு குமிழியை ஊதி ஒரு வளையத்தின் அடியில் தொங்கவிட்டிருக்கிறேன். ஒரு மெல்லிய கம்பியாலான வளையத்தை இந்தக் குமிழியில் தொங்கவிடுவதன் மூலம் குமிழி இழுக்கப்பட்டு வடிவம் சிறிதளவு மாறிவிடுகிறது. ஒரு முழுமையான கோளத்தை விட இதனுள் இருக்கும் அழுத்தம் குறைவாக இருப்பதாலும், தொப்பிகளைக் கண்டு இதனுள் இருக்கும் அழுத்தம் வெளியே இருக்கும் அழுத்தத்தை விட அதிகம் என்று கண்டறிவதாலும், படம் 31-ல் அல்லது என்று



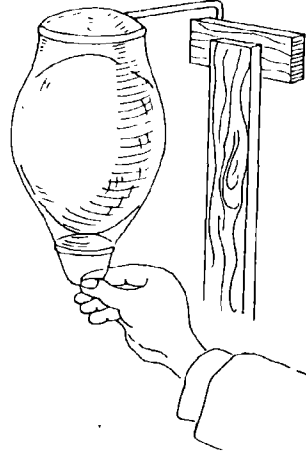
படம் 56

குறிப்பிட்டபுள்ளிகளாலான கோட்டின் ஒரு பகுதியே இந்த வளைவு என்று கூறலாம். ஆனால் இந்த வளைவைப் பற்றி மேலும் ஆராய்ந்து கொண்டு இருக்காமல் நான் குழாயின் முனையை உட்செலுத்தி மற்றொரு குமிழியை ஊதி விடுகிறேன்.

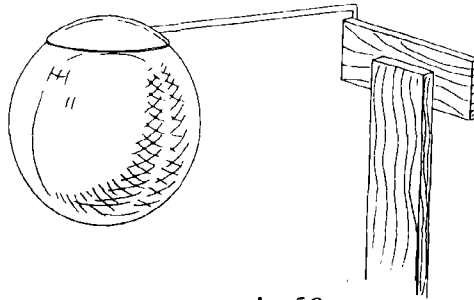
அது மெதுவாக உள்ளே விழுகிறது. ஆனால் வெளிப்புறக் குமிழியின் அடியில் தங்காமல் நிற்கிறது. காரணம் கனமான வளையம் அப்பகுதியை எட்டாதவாறு வைத்துள்ளது. ஆகவே சிறிது மேலாக வளைகோட்டுப் பகுதியில் தங்குகிறது (படம் 56) நான் ஒரு குழாயைக் கொண்டு குமிழிகளின் கீழுள்ள கனமான திரவத்துளிகளை நீக்கி எல்லா இடங்களிலும் சுத்தமாகவும் வழுவழுப்பாகவும் இருக்குமாறு வைக்கிறேன். இப்பொழுது

சொற்பொழிவு - 3

நான் கீழே உள்ள வளையத்தை இழுப்பதன் மூலம் உள்ளே உள்ள குமிழி ஒரு முட்டைவடிவத்தை எடுக்குமாறு செய்கிறேன் (படம் 57) பிறகு வட்ட வட்டமாகக் சுழற்றி குமிழியிலிருந்து வளையத்தை கவனத்துடன் பிரித்தெடுக்க வேண்டும். இப்பொழுது இரண்டுமே எல்லாவிதத்திலும் முழுமையான கோளமாக இருக்குமாறு செய்யப்பட்டுள்ளன. (படம் 58) என்னால் வெளியே உள்ள இடைவெளியே தெரியாதவாறு செய்ய முடியும். பிறகு காற்றை உட்செலுத்தும் பொழுதும் வேகமாக ஊதும் பொழுதும் இரண்டு குமிழிகளும் ஒன்றையொன்று தொடாதவாறு



படம் 57



படம் 58

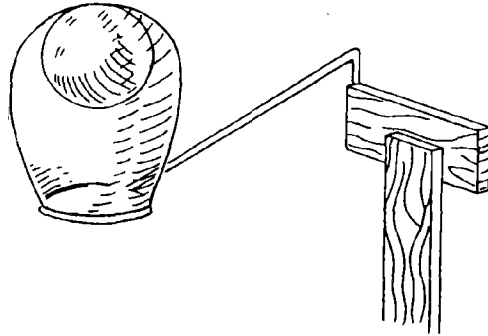
இருப்பது நன்கு விளங்குகிறது. இப்பொழுது உள்ளே உள்ள குமிழி வெளிக் குமிழியின் மையத்தைச் சுற்றிலும் வட்டவட்டமாகச் சுழன்று கடைசியாக வெளிக் குமிழியை உடைக்கும் பொழுது மிதந்து செல்கிறது. இத்தகைய அசாதாரண நடவடிக்கையில் இவ்வாறு நடப்பது ஒன்றும் மோசமானதில்லை.

சோப்புக் குமிழ்கள்

கடைசி பரிசோதனையில் ஒரு அழிகிய வித்தியாசம் உள்ளது. ஆனால் இதற்குச் சிறிதளவு பச்சை நிறச்சாயம் தேவைப்படுகிறது. ஃப்ரூரீன் அல்லது யுரேனின் தனியாக சோப்பு நீரில் கரைக்கப்பட்ட சோப்பு நீரிலும் உள்ளே உள்ள குமிழியை நிறமேற்றப்பட்ட சோப்பு நீரைக் கொண்டும் ஊதவேண்டும். பிறகு இவற்றைச் சாதாரண வெளிச்சத்தில் பார்த்தால் உங்களால் எவ்வித வேறுபாட்டையும் கண்டு பிடிக்க முடியாது. ஆனால் இவற்றின் மீது சூரிய ஒளி அல்லது மின் விளக்கிலிருந்து வரும் ஒளியைச் செலுத்தினால், உள்ளே இருக்கும் குமிழி பச்சை நிறத்தில் பிரகாசமாக ஒளிர்கிறது. வெளியே இருக்கும் குமிழி முன்பு போலவே தெளிவாக உள்ளது. அவை இரண்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்கவே கலக்காமல் தனித்தனியாக உள்ளது. உள்ளே உள்ள குமிழி வெளிக் குழாயின் மீது பட்டுக் கொண்டிருப்பது போல் தோன்றினாலும் உண்மையில் இவற்றிற்கிடையே மெல்லிய காற்றுப் படலம் உள்ளது.

நிலக்கரி வாயு⁴⁶ காற்றை விட இலேசானது. ஆகவே இதைக் கொண்டு ஊதும் குமிழி மிதக்க விடப்பட்டால் உடனேயே அறையின் மேல் மட்டத்திற்குச் செல்லும்.

இப்பொழுது நான் ஒரு வளையத்தின் மேல் நிலக்கரி வாயு வினால் ஆன குமிழியை ஊதுகிறேன். உடனேயே அது மேல் நோக்கி இழுக்கப்படுவது தெளிவாகிறது. நான் மேலும் மேலும் வாயு வினால் நிரப்பு



படம் 59

சொற்பொழிவு - 3

கிறேன். மிக அழகான வடிவங்களை எடுப்பதை நீங்கள் கவனிக்க வேண்டும். (படம் 59) (ஆனால் உள்ளேயிருக்கும் கோளத்தை விலக்கி இருக்குமாறு கற்பனை செய்) இவையனைத்தும் ஒரு நீர்த்துளி ஒரு குழாயில் தொங்கும் போது இருப்பதைப் போன்ற அதே வளைவுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஆனால் இவை மேல் நோக்கி இயங்குகின்றன. உறையின் வலிமையானது இழுக்கும் ஆற்றலைச் சற்றே தாக்கு பிடிக்கும் அளவு உள்ளது. இப்பொழுது குமிழி நீர்த்துளி கீழே விழுவது போலவே உடைந்து போகிறது.

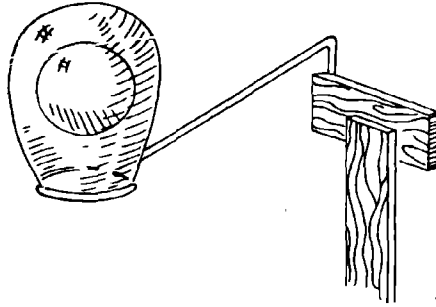
அடுத்து, ஒரு வளையத்தின் மீது காற்றைக் கொண்டு ஒரு குமிழியை உருவாக்கி அதனுள் மற்றொரு குமிழியை காற்றுடன் வாயு கலந்த கலவையால் உருவாக்குகின்றன. ஆகவே வெளியே உள்ள குமிழியின் மேற்பரப்பில் மிதந்து நிலை கொள்கிறது (படம் 59) வெளியே இருக்கும் குமிழி யினுள் சிறிதளவு வாயுவைச் செலுத்துகிறேன். உள்ளே இருக்கும் குமிழியினளவே வெளிப்புறத்திலும் வாயு கனமாகும் வரை தொடர்ந்து செலுத்துகிறேன்.

உள்ளிருக்கும் குமிழி இப்பொழுது மேல் மட்டத்தில் நிலைத்து நிற் காமல் வெளியே உள்ள பெரிய குமிழி யின் மையப் பகுதி யில் மிதக்கிறது.

(படம் 60) நீரும் ஆல்கஹாலும் கலந்த கலவையி ள்ளெனைய் துளி

செயல்பட்டதை இது

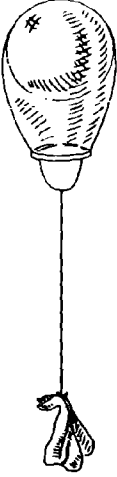
ஒத்திருக்கிறது. உள்ளே உள்ள குமிழி உண்மையில் காற்றை விட இலேசானதாக உள்ளது. ஏனெனில்



படம் 60

வெளியிருப்பதை நான் உடைத்தால் உள்ளே உள்ள குமிழி வேகமாக கூரையை நோக்கி உயர்கிறது.

முதல் குமிழியை கனமான நிலையான வளையத்தின் மீது ஊதுவதற்கு பதிலாக, மிக மெல்லிய கம்பியாலான இலேசான வளையத்தின் மீது ஊது கிறேன். இக்குமிழி காற்றை மட்டுமே கொண்டிருக்கிறது நிலக்கரி வாயு வினால் ஆன மற்றொரு குமிழியை இதனுள் ஊதினால்,



படம் 61

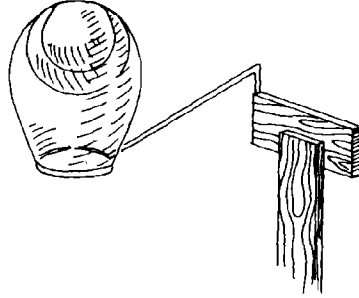
வாயுக் குமிழி மேலே எழ முயலும். இது எந்த அளவு விசையுடன் மேலே எழும் என்பதைப் பார்த்தால் தன்னுடன் கம்பி வளையம் மற்றும் சுற்றப்பட்டிருக்கும் பஞ்சு, மேலும் பஞ்சு சுட்டப்பட்டிருக்கும் சில காகிதங்கள் ஆகிய வற்றையும் மேலே இழுக்கும் (படம் 61). இச்சமயத்தில் உள்ளே இருக்கும் குமிழி மட்டுமே உயரத் தலை பட்டாலும், இரு குமிழிகளும் உண்மையில் ஒன்றை ஒன்று தொட்டுக் கொள்வதே இல்லை.

ஒரு நிலையான வளையத்தின் மீது இப்பொழுது நான் ஒரு காற்றுக் குமிழியை ஊதுகிறேன். முனையில் வளையத்துடன் கூடிய ஒரு கம்பியை இதனுள் செலுத்தி உள் வளையத்

தினுள் மற்றொரு காற்றுக் குமிழியை ஊதுகிறேன். அடுத்து நான் ஊதப்போவது வாயுக் குமிழி. இதை மற்ற இரண்டு குமிழிகளுக்குள் ஊதி விடும்பொழுது இரண்டாவது குமிழியின் மேல் மட்டத்தில் நிலை கொள்கிறது. சிறிதளவு வாயுவை இரண்டாவது குமிழியுள் செலுத்தும் பொழுது அது கொஞ்சம் இலேசாகிறது. வெளிப் புறத்திலுள்ள குமிழியைக் காற்றைக் கொண்டு

சொற்பொழிவு - 3

மேலும் பெரிதாக்குகிறேன். இப்பொழுது உட்புறத்தில் உள்ள வளையத்தை உரித்தெடுத்து விடுகிறேன். இதனால் உள்ளே உள்ள குமிழி களிரண்டும் வெளியே உள்ள குமிழியினுள் சுதந்திரமாக உள்ளன. (படம் 62) வெவ்வேறு குமிழிகளிலும் கண் கவரும் நிறங்கள் பன்மடங்கு எதிரொளித்து ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு அழகிய வடிவங்களை தாமாகவே எடுத்துக் கொள்கின்றன. மற்ற எவ்வித்திலும் நீங்கள் காண முடியாத அதிசய

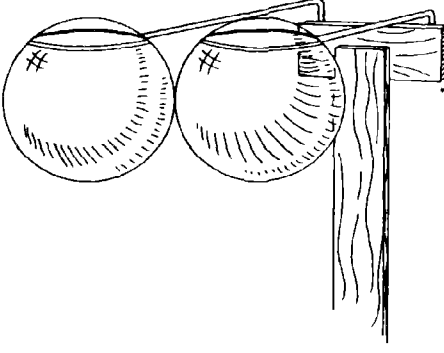


படம் 62

மாகவும் வடிவொப்புமை உடையதாகவும் விளங்குகின்றன. உள்ளே இரண்டு குமிழிகளுடன் வெளியே உள்ள குமிழி பிரிந்து பறப்பதற்கு நான் செய்ய வேண்டியது இதுதான். நான்காவது குமிழியை ஊதி, அதனை வெளிப்புறக் குமிழியையும் வளையத்தையும் உண்மையாகத் தொடும்படி செய்தால் வெளிக்குமிழி உரித்தெடுக்கப்பட்டு உள்ளே இருக்கும் குமிழிகளுடன் பறக்க முடியும்.

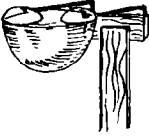
குமிழிகளும் துளிகளும் ஒரே விதமாக நடந்து கொள்கின்றன என்பதை நாம் பார்த்தோம். துளிகளில் மின்சாரம் உருவாக்கிய அதே விளைவை இங்கும் ஏற்படுத்துகிறதா என்பதைக் காணலாம். மின்சாரம் ஏற்றப்பட்ட ஒரு அரக்குத் துண்டு நீருற்று சிதறுவதைத் தவிர்த்தது உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம். ஏனென்றால் இரண்டு துளிகள் சந்திக்கும் இடத்தில் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதிக் கொள்வதற்கு பதிலாக இரண்டும் இணைந்து

சோப்புக் குமிழ்கள்



படம் 63

யில் இரண்டும் இணைந்து ஒன்றாகி விடுவதை நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள். (படம் 64) ஆகவே, இரு நீருற்றுக்கள் செய்தது போலவே மிகச் சிறிய அளவே மின்சார



படம் 64

கலாம். வெளியே இருக்கும் மின்சாரம், எவ்வளவு அதிகமாக இருந்தாலும், அல்லது அப்பரப்பிற்கு எவ்வளவு

கொள்கின்றன. இப்பொழுது இந்த இருவளையங்களின் மேலுள்ள குமிழி கள் ஒன்றின் மீது ஒன்று படிந்து நிலைத்திருக்கின்றன. ஆனால் உண்மையில் தொட்டுக் கொண்டிருக்கவில்லை. (படம் 63) நான் அரக்குக் குச்சியை எடுத்த அதே நொடியிலே

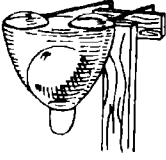
மின்சாரத்தின் செயல்பாட்டைப் பற்றிய நன்கறிந்த ஒரு உண்மையை நிரூபிக்க நாம் இரண்டு குமிழி களை உபயோகிக்

சொற்பொழிவு - 3

அதிகமாக இருந்தாலும், அல்லது அப்பரப்பிற்கு எவ்வளவு அருகில் நீங்கள் சென்றாலும், அதனுடைய தாக்கத்தை ஒரு மின்கடத்தியின்⁴⁷ உள்ளே உணர முடியாது. படம் 56-ல் கொடுக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு குமிழிகளை எடுத்துக் கொள்வோம். இவற்றுக்கு அருகில் மின்னூட்டம் பெற்ற அரக்குக் குச்சியை எடுத்து வரவேண்டும். வெளிப்புறம் உள்ள குமிழி ஒரு கடத்தி. ஆகவே அதனுள் எவ்வித மின்சார செயல்பாடும் இருப்பதில்லை. அரக்கு குமிழிக்கு எவ்வளவு அருகில் கொண்டு வரப்பட்டாலும் அதனை முழுவதுமாக இழுத்துக் கொள்ள முற்பட்டாலும், உள்ளே இருக்கும் குமிழி வெளிக்குமிழிக்கு மிக நெருக்கமாக, இரண்டிற்கும் இடையே இடைவெளி தெரியாத வண்ணம் இருந்தாலும், இரண்டும் தனித்தனியாகவே உள்ளன. மின்சாரத்தின் தாக்கம் மிகவும் சிறிதாக இருந்தாலும் அதாவது உள்ளே ஒரு அங்குலத்தில் லட்சத்தில் ஒரு பகுதி ஆழத்தில் கூட உடனேயே இணைந்துவிடும்.

இன்னும் ஒரு பரிசோதனை காட்டப்பட்டு உள்ளது. இதுவே கடைசியானது. கடைசியாக கூறப்பட்ட இரண்டின் கலவையாக குமிழியின் உட்புறத்திற்கும் வெளிப்புறத்திற்கும் உள்ள வேறுபாட்டை அழகாக எடுத்துக் காட்டுகிறது. இதுவரை உபயோகித்து வந்த இணைக்குப் பக்கத்தில் இப்பொழுது ஒரு சாதாரண குமிழி யை நிலை நிறுத்தி யிருக்கிறேன். அரக்கை எடுத்த வுடனேயே வெளியே உள்ள இரு குமிழிகளும் இணைந்து கொள்கின்றன. ஆனால் உள்ளே இருப்பது பாதிக்கப் பட்டவில்லை. மேலும் இப்பொழுது உருவாகியுள்ள வெளிக்குமிழியின் மேலாக கனமான வளையம் வழுக்கிக் கொண்டு செல்கிறது. (படம் 65)

சோப்புக் குமிழ்கள்



இப்பொழுது
நேரம்
முடிவுக்கு
இழுத்துச்
செல்கிறது.
உங்களை நான்
ஒன்று கேட்க
வேண்டும்.
சோப்புக்
குமிழிகளு
டன் விளை
யாடும்

படம் 65

பொழுது ஏற்படும் வியப்பும் பாராட்டும் தன்மையும் இச்சொற்பொழிவுகளால் அழிக்கப் பட்டனவா? அல்லது அவற்றைப் பற்றி மேலும் தெரிந்து கொண்டதால் அதிகமாக உள்ளனவா? சாதாரணமாக அன்றாடம் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளான துளிகள் மற்றும் குமிழிகளின் செயல்பாடுகள் நியூட்டனின்⁴⁸ காலம் முதல் இக்காலம் வரை அரிய தத்துவ ஞானிகளின் கவனத்தைக் கவர்ந்துள்ளன. சாதாரண மக்களான நமக்கு இவை மிகவும் அற்பமானதாகவோ கவனம் செலுத்த வேண்டாததாகவோ இருப்பதில்லை என்பதை நீங்கள் ஒப்புக்கொள்வீர்கள் என்று நம்புகிறேன்.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

முன்பு கூறப்பட்ட பரிசோதனைகளை வெற்றி கரமாக செய்ய விரும்புவர்களுக்குக் கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ள செய்முறைக் குறிப்புகள் பயனுள்ளவையாக இருக்கும் என்று நினைக்கிறேன்.

இண்டியா ரப்பர் பரப்பினாலான நுளி

காற்றுப் பந்துகள் ஊதுவதற்கு முன்பு உள்ள தடிப்பின் அளவிலான ஒரு மெல்லிய இண்டியா ரப்பர் (பொம்மை பலூன் ரப்பர்) தாளினை எடுத்துக் கொண்டு, அதனை பதினெட்டு அங்குல விட்டமுள்ள மர அல்லது உலோக வளையத்தின் மீது பரப்பி ஓரங்களை இழுத்துக் கட்ட வேண்டும். முனை திருகப்பட்டதாக இருந்தால், கம்பியானது இண்டியா ரப்பர் தானை நன்றாகப் பிடித்துக் கொள்ளும். சிறிய அளவில் இதனை முயன்று பார்த்தால் வெற்றி கிடைக்காது. இப்பரிசோதனை ராயல் கழகத்தில் சர். டபிள்யூ. தாம்சன் என்பவரால் செய்து காட்டப் பட்டுள்ளது.

குதிக்கும் கம்பிச் சட்டம்

இரண்டு அங்குல விட்டமுள்ள லேசான கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக் கொள்வதன் மூலம் இதனை எளிதாகச் செய்யலாம். உதாரணமாக, கிறிஸ்துமஸ் மரத்தை அலங்கரிக்கும் வெள்ளி பூசப்பட்ட பந்தையோ அல்லது பிப்பெட்டின்⁴⁹ குடுவை போன்ற அமைப்பையோ எடுத்துக் கொள்ளலாம். ஒரு அங்குலத்தில் இருபதில் ஒரு பகுதியை விட்டமாகக் கொண்ட கம்பியைத் திறந்திருக்கும் குடுவையின் கழுத்துப் பகுதி வழியாகச் செலுத்தி உருக்கிய அரக்கை உபயோகித்து கழுத்துப் பகுதியில் நீர் புகாதவாறு நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. குடுவையின் மேல் ஒன்று அல்லது இரண்டு

சோப்புக் குமிழ்கள்

அங்குல உயரத்தில் ஒரு தட்டையான மெல்லிய வலையாலான கம்பிச் சட்டம் பற்ற வைத்து இணைப்பதன் மூலம் ஒட்ட வைக்கப்படுகிறது. இது மிகவும் கடினமானதாக இருந்தால் கட்டி விட்டுப் பின்னர் அரக்கு வைக்கலாம். இதன் கீழ் முனையில் சிறிதளவு ஈயம் தடவப்பட்டு அல்லது தொங்க விடப்பட்டு, கம்பி வலையானது நீர்ப் பரப்பின் வழியாக புக முடியாமற் போகும் அளவிற்குச் சரியாக கொஞ்சம் கொஞ்சமாக சுரண்டியெடுக்கப்பட வேண்டும். மற்றபடி கூறப்பட்ட பொருட்களின் அளவுகள் எதுவும் முக்கியமானதில்லை.

பாரஃபின் தடவப்பட்ட சில்லடை

ஒரு அங்குலத்தின் இருபது கம்பிகள் இருக்கக் கூடிய தாமிர கம்பி வலையை எடுத்துக் கொண்டு அதனை விட்டு அங்குல விட்டமுள்ள வட்டமாகக் கத்தரித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஒரு வட்டமான கட்டையின் மீது வைத்து, கம்பியானது ஒரு அங்குல உயரத்திற்கு நீட்டி கொண்டு நுக்குமாறு சுற்ற வேண்டும். பிறகு கைகளால் மெதுவாக வட்ட பட்டமாக முனையைக் கீழ்நோக்கி அழுத்தும் பொழுது மேற்புறம் தட்டையாகிறது. பக்கங்களெல்லாம் சமமாகச் சுற்றிலும் வளைந்திருக்கும் வரை இதைச் செய்ய வேண்டும். இது மிகவும் எளிமையானது. ஏனென்றால் கம்பிகள் தேவைக்கேற்றபடி வளைந்து கொடுக்கக்கூடியவை. பிறகு பக்கங்களை விரைப்பாக ஆக்குவதற்கு கனமான கம்பியை மடக்கப்பட்ட முனையின் மீது சில சுற்றுகள் சுற்ற வேண்டும். இந்த நிலையில் பற்ற வைத்து இணைக்கலாம். அல்லது கவனமான சுற்றுக்களும் போதுமானதாக உள்ளது.

சிறிதளவு பாரஃபின் மெழுகு அல்லது ஓரிரண்டு உயர்தர பாரஃபின் மெழுகுவர்த்திகளை உருக்கி தூய்மையான தட்டையான பாத்திரத்தில் வைத்துக்

செய்முறைக் குறிப்புகள்

கொள்ள வேண்டும். இதைச் செய்யும் பொழுது நெருப்பின் மீது செய்தால் ஆபத்தாக முடியும். ஆகவே சூடேற்றப்பட்ட தட்டை உபயோகிக்கலாம். உருகி, நீரைப் போல் காட்சியளிக்கும் பொழுது சல்லடையை இதனுள் தோய்த்து சூடாக இருக்கும் பொழுதே விரைவாக வெளியே எடுத்து மேசையின் மீது ஒரிரு முறை தட்டுவதால் துளைகளிலிருந்து பாரஃபின் வெளியேற்றப்படுகிறது. குளிர்வடையும் வரை தலை கீழாக வைத்து பின்பு பாரஃபின் மெழுகை கீறியோ அல்லது தேய்த்தோ எடுக்காமல் இருப்பதில் கவனத் துடன் இருக்க வேண்டும். எவ்விதமான பின்விளைவும் ஏற்படுத்தாத உணவு தயாரிக்கும் இடத்தில் இதனை நன்றாகச் செய்ய முடியும்.

குறுகிய குழாய்களும் தந்துகித் தன்மையும்

மருந்து விற்பவரிடமிருந்து சில குவில்க் கண்ணாடிக் குழாய்களை வாங்குங்கள் (Quill Glass Tube). அதாவது பேனாவின் அளவில் காணப்படும் குழாய். ஒரு அடி நீளத்திற்கும் அதிகமாக இருந்தால் மூன்று முனை கொண்ட ரம்பத்தினால் முதலில் ஒரிடத்தில் அழுத்தமாகக் கீறியவுடன் அந்த இடம் எளிதாக உடையும். இதிலிருந்து மிகக் குறுகிய குழாயைச் செய்வதற்கு இரு முனைகளையும் கைகளால் மென்மையாகப் பிடித்துக் கொண்டு நடு பாகத்தை மிகவும் பிரகாரமான தட்டையான வாயுச் சுடருக்கு மேல் பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். மிகவும் மென்மையாகி நேராகப் பிடிப்பது முடியாமல் போகும் வரை திருப்பிக் கொண்டே இருக்க வேண்டும். இப்பொழுது இதனை எவ்வடிவத்திலும் வளைக்க முடியும். ஆனால் வெளியே இழுக்க வேண்டுமானால் இன்னும் அதிக நேரத்திற்கு அப்படியே வைத்திருக்க வேண்டும். கரிய புகை இதன் மீது படிந்து உரிந்து போக ஆரம்பிக்கும். பிறகு வேகமாக சுடரை விட்டு எடுத்து இரண்டு முனை

சோப்புக் குமிழ்கள்

களையும் எதிரெதிர் நுட்பமாகவோ சொரசொரப் பாகவோ செய்வதற்கு சூடேற்றுவதையும் இழுப்பதையும் நெறிப்படுத்த வேண்டும். மிகச் சிறிய பயிற்சியைத் தவிர வேறு எந்த வழியிலும் இதனைச் செய்ய முடியாது. குழாய்களை இழுக்க புன்சன் பர்னரின் சுடர் அல்லது ஊதுகுழாய் மிகவும் வசதியானது. ஆனால் குழாய்களை வளைப்பதற்குத் தட்டையான வாயுச் சுடரைப் போல் எதுவுமே வராது. குழாய்கள் குளிரும் வரை புகையைச் சுத்தப்படுத்தாதீர்கள். குளிர்விப்பதற்காக குழாயை நனைக்கவோ ஊதவோ செய்து அவசரப்படுத்தாதீர்கள். கிராமப்புறங்களில் வாயு கிடைக்காத பொழுது பெரிய சாராய விளக்கை உபயோகிக்கலாம். ஆனால் வாயு சுடர் போன்று இது அவ்வளவு நன்றாக இருக்காது. குழாய்கள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறுகலாக இருக்கின்றனவோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு துய்மையான நீரானது அதன் உள்ளே உயருவதை நீங்கள் கவனிக்கலாம். நீரை நிறமேற்ற வர்ணப் பெட்டிகளில் உள்ள வர்ணங்களை உபயோகிக்கக் கூடாது. அவை திரவங்கள் இல்லை. ஆகையால் மிக மெல்லிய குழாய்களில் அடைத்துக் கொள்ளும் சர்க்கரை கரைவதைப் போல் சில சாயங்கள் நீரில் கரையும். அவற்றை உபயோகிக்கலாம். கரையும் நீலம் என்றழைக்கப்படும் அனிலின் (Aniline)⁵⁰ மிக நன்றாகக் கரைகிறது. சிறிதளவு வினிகர் (Vinegar)⁵¹ சேர்க்கப்பட்டால் நிறம் நிலைத்து நிற்கும்.

தகடுகளுக்கிடையே தந்துநீத் தன்மை

மூன்று அல்லது ஐந்து அங்குல சதுரமான தட்டையான கண்ணாடித் தகடுகள் இரண்டு தேவை. அவை துய்மையாகவும், நன்றாக நனைக்கப்பட்டிருக்கும் வரையிலும் பாதகமில்லை. சிறிதளவு சோப்பும் சூடான நீரும் இவற்றைத் துய்மையாக்கப் போதுமானது.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

மதுவின் ஆட்டம்

மதுக் கோப்பையில் பாதியளவு ஊற்றப்பட்ட கெட்டியான போர்ட் (Port) எனப்படும் மதுவகையில் இதனை நன்றாகக் காணலாம். போர்ட் கிடைக்கா மலிருந்தால், ஒரு பங்கு திராட்சை ரசமும், இரண்டிலிருந்து மூன்று பங்கு நீரும் சேர்த்து மிகச் சிறதளவு ரோசனிலின் (Rosaniline)⁵² (ஒரு சிவப்பு அனிலின் சாயம்) நிறமேற்றி அழகூட்டுவதற்காகக் கலந்து உண்டாக்கிய கலவையை உபயோகிக்கலாம். ஒரு பெரிய மதுக் கோப்பை அளவிற்கு கடுகளவு சாயத்துண்டு போதுமானது. கோப்பையின் பக்கங்கள் திராட்சை ரசத்தினால் நனைக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும்.

பூனைப் பெட்டிகள்

ஒவ்வொரு பள்ளி மாணவனுக்கும் இவற்றைச் செய்யத் தெரிந்திருக்கும். காகிதத்தில் துளைகளைக் கத்தரித்துச் செய்யும் வகையான பெட்டிகளில்லை இவை. காகிதத்தை மடக்கி ஊதுவதன் மூலம் எளிமையான இவை உருவாக்கப்படுகின்றன.

நீர் மணிகள்

தங்கத்தை உருக்குவதற்குப் பதிலாக, லைக்கோபோடியம் அல்லது மற்ற நுண்மையான தூள் துவப்பட்ட மேசையின் மீது உருண்டு செல்லும் நீர், அல்லது வழுவுழுப்பான மேசை மீது வீசப்பட்ட - அல்லது உருட்டி விடப்பட்ட பாதரசம் சிறிய மற்றும் பெரிய மணிகளுக்கு இடையே உள்ள வித்தியாசத்தை நன்கு புலப்படுத்துகின்றன. ஒரு உருப்பெருக்கும் கண்ணாடி இவ்வேறு பாட்டை இன்னும் நன்றாக எடுத்துக்காட்டும். பாதரசத்தை உபயோகிக்கும் போது, தங்கம் அல்லது வெள்ளி நாணயங்கள் மீதோ அல்லது ஆபரணங்களின் மீதோ

அல்லது தட்டிலோ அல்லது புத்தகங்களின் அட்டை மீது செய்யப்பட்டிருக்கும் உலோக அலங்காரத்தின் மீதோ விழுந்து விடாமல் கவனமாக இருக்க வேண்டும் ஏனெனில் இவற்றில் அதிக அளவிலான பாதிப்பைப் பாதரசம் ஏற்படுத்தக் கூடியது.

ப்ளேட்டோவின் பரிசோதனை

இதனை முழுமையாகச் செய்ய அதிக கவனமும் உழைப்பும் தேவை. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு வரை வெற்றி பெறுவது எளிது. ஒரு துய்மையான கண்ணாடி புட்டியில் ஒரு தேக்கரண்டியளவு சேர்க்கும் எண்ணெயை⁵³ ஊற்று. இதனுடன் ஏழு பங்கு நீரும் ஒன்பது பங்கு திராட்சை ரச மதுவையும் (மெத்தில் ஆல்கஹால் அல்ல) கலந்த கலவையைச் சேர்க்க வேண்டும். இரண்டுடனும் எண்ணெய் தாமாகவே இரண்டறக் கலந்து தங்கி விடுகிறது. இதே போன்ற நீர் மற்றும் மதுக் கலவையை ஒரு டம்ளரில் நிரப்பி அதனுள் ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாயை நுழைத்து பாதிளவு உள்ளே செலுத்திய பின், மெதுவாக மிகக் குறைந்த அளவு நீரை ஊற்ற வேண்டும். இதனால் கீழே உள்ள திரவம் சிறிதளவு கனமானதாகிறது. எண்ணெயைக் கவனமாக எடுத்து டம்ளரில் போட வேண்டும். இது டம்ளரின் அடி பாகத்துக்குச் சென்றால், இன்னும் சிறிதளவு நீர் டம்ளரின் கீழ்பாதிக்குத் தேவை. ஒருவேளை, இது மூழ்காமல் இருக்குமேயானால் சிறிதளவு மது அதிகமாக மேற் பாதியில் அவசியமாகிறது. கடைசியில் கலவையின் நடுவில் எண்ணெய் மிதக்கும். பக்கங்களைத் தொடாத வண்ணம் கவனமாக மேலும் சேர்க்கப்படுகிறது. எண்ணெயை விட கீழே உள்ள திரவம் சிறிது கனமாகவும், மேலே உள்ள திரவம் சிறிது லேசாகவும் இருந்தால், அரை பென்னி⁵⁴ அளவுள்ள எண்ணெய் துளி கிட்டத்தட்ட முழுமையான வட்ட வடிவத்தில் இருக்கும். கண்ணாடி வழியாகப் பார்க்கும் பொழுது வட்டமாகத் தெரியாது.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

ஏனெனில் கண்ணாடி இதனைப் பக்கங்களில் உருப் பெருக்கம் செய்கிறது. ஆனால் மேலும் கீழும் அவ்வாறு செய்வதில்லை. ஒரு நாணயத்தை நீரினுள் பிடித்துக் கொள்வதன் மூலம் இதைக் காணலாம். ஒரு துளியின் உண்மையான வடிவத்தைப் பார்க்க, பாத்திரம் கோள வடிவமாகவோ அல்லது ஒரு பக்கத்தில் தட்டையான கண்ணாடி உடையதாகவோ இருக்கவேண்டும்.

எண்ணெயைச் சுழற்றி ஒரு வளையத்தை எறிவது ஒரு பொருட்டன்று. ஆனால் மூன்று பென்னி⁵⁵ அளவுள்ள வட்டத்தை ஒரு நேரான கம்பியின் மீது பொருத்தும் உபாயத்தைக் கையாண்டு அசைக்காமல் சுழற்றினால் வளையம் பிரிவதைப் பார்க்கலாம். சுழற்சி திடீரென்று நிறுத்தப்பட்டால் ஒன்று சேர்கிறது அல்லது மூன்று நான்கு சிறிய பந்துகளாக உடைந்து போகிறது வட்டத் தட்டை நீர் மற்றும் மது கலவையில் தோய்ப்பதற்கு முன்னால் எண்ணெயில் நனைக்க வேண்டும்.

சோப்புக் குமிழிகளுக்கான நல்லதொரு கலவை

சிறிதளவு சோப்பும் அதிக அளவு வேண்டாதவையும் உள்ள பெரும்பாலான வகை சோப்புகளை விட சாதாரண மஞ்சள் நிற சோப்பு எவ்வளவோ பரவாயில்லை. காஸ்டைல் சோப்பு⁵⁶ மிகவும் நல்லது. இதனை மருந்துக் கடைக்காரரிடமிருந்து பெறலாம்.

சோப்பு மற்றும் நீரினால் மட்டும் ஊதப்படும் குமிழிகள் நீண்ட நேரம் நிலைத்திருப்பதில்லை. இங்கே விவரிக்கப்பட்ட பரிசோதனைகளுக்காக சில நேரங்களில் நிலைக்க வைக்கப்பட்டதுண்டு. ப்ளேட்டோக்ளிசரினைச்⁵⁷ சேர்த்தார். இதனால் நிலைப்புத்தன்மை பெருமளவில் மேம்படுகிறது. க்ளிசரின் துய்மையாக

இருக்க வேண்டும். சாதாரண க்ளிசரின் நன்றாக இருப்பதில்லை, ஆனால் ப்ரைஸுடையது (Price) முழுமையாக விடையளிக்கிறது. நீர் தூய்மையாக வாடிக்கப்பட்டதாக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு கிடைக்கவில்லையென்றால் சுத்தமான மழை நீர் போதுமானது. உலர்ந்த வெப்ப நாட்களுக்குப் பிறகு பொழியும் முதல் மழை நீரைக் கூரையிலிருந்து சேகரிக்காதீர்கள். சிறிது நேரம் கழித்த பிறகு கிடைக்கும் நீர் மிகவும் நல்லது. முக்கியமாக கூரை நீல நிற சிலேட்டு அல்லது கண்ணாடியால் ஆனதாக இருந்தால் சிறப்பானது நாட்படாத புதிய மழை நீர் இல்லாவிட்டால் மிகவும் மென்மீர் உபயோகப்படுத்தப்பட வேண்டும். காஸ்டைல் சோப்பிற்கு பதிலாக ப்ளேட்டோ ஆலிவ் எண்ணெயிலிருந்து தயாரிக்கப்பட்ட தூய்மையான சோப்பு தரமாக உள்ளது என்பதைக் கண்டறிந்தார். இது சோடாவின் ஒலியேட்⁵⁸ என்றழைக்கப்படுகிறது. புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்டவுடன் மருந்துக் கடைக்காரரிடமிருந்து பெறப்பட வேண்டும். நீண்ட நாட்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பழைய உலர்ந்த பொருள் அவ்வளவு நன்றாக இருப்பதில்லை. ப்ளேட்டோவின் வாய்பாட்டை பேராசிரியர் ரேனால்ட் மற்றும் ரக்கர் மிக நன்றாக விடையளிக்கச் செய்த மாறுதலுடன் நான் எப்பொழுதும் உபயோகிக்கிறேன். ப்ளேட்டோவின் வாய்பாட்டை பேராசிரியர் ரேனால்ட் மற்றும் ரக்கர் மிக நன்றாக விடையளிக்கச் செய்த மாறுதலுடன் நான் எப்பொழுதும் உபயோகிக்கிறேன். ப்ளேட்டோவை விட இவர்கள் குறைவாக க்ளிசரினை உபயோகித்தனர். பின்வரும் முறையில் இது மிக நன்றாகச் செய்யப்படுகிறது. அடைப்பான் பொருத்தப்பட்ட தூய்மையான கண்ணாடி புட்டியை முக்கால் பாகம் நீரால் நிரப்பு. இதன் எடையில் நாற்பதில் ஒரு பாகம் சோடாவின் ஒலியேட்டைச் சேர்க்கும் பொழுது, அது நீரின் மீது மிதக்கக்கூடும். ஒரு நாள் அதனை அப்படியே

செய்முறைக் குறிப்புகள்

விட்டுவிட்டால் சோடா ஒலியேட் கரைந்து விடும். பிறகு ப்ரைஸின் க்ளிசரின் கொண்டு நிரப்பி நன்றாகக் குலுக்க வேண்டும். அல்லது மற்றொரு புட்டியில் ஊற்றி மறுபடியும் இதே புட்டிக்குள் மாற்றிப் பல முறை செய்ய வேண்டும். ஒரு வடிக்குழாய், அதாவது மடக்கப் பட்ட ஒரு கண்ணாடிக் குழாயால் உள்ளே அடிபாகத்தையும், வெளியே மற்றொரு இடத்தையும் அடைய முடியும். இதன் மூலம் தெளிவான திரவத்தை மேற்புறம் நுரைத்திருக்கும் கலவையிலிருந்து பிரித்தெடுக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு பின்ட் திரவத்துக்கும் ஓரிரண்டு துளிகள் அடர்ந்த திரவ அமோனியாவைச்⁵⁹ சேர். பிறகு கவனமாக அடைப்பான் இடப்பட்ட புட்டியில் வைத்து இருண்ட இடத்தில் வை. ஒவ்வொரு குமிழியை ஊதும் பொழுதும் இருப்பிலுள்ள இந்த புட்டியிலிருந்து எடுக்காமல் ஒரு சிறிய புட்டியில் மாற்றி வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். உபயோகப்படுத்திய பிறகு மீதமிருப்பதை இருப்பிலுள்ள மொத்தத்துடன் சேர்க்காதீர்கள். சோப்பு திரவத்தைத் தயாரிக்கும் பொழுது வடிகட்டவோ, சூடாக்கவோ வேண்டாம். இரண்டுமே இதைக் கெடுத்துவிடும். அடைப்பானைப் பொருத்தாமல் புட்டியைத் திறந்து வைக்காதீர்கள். தேவையில்லாமல் திரவத்தைக் காற்றுபடும்படி வெளியே எடுக்க வேண்டாம். இரண்டு வருடங்களானாலும் இத்திரவம் முழுவதும் நன்றாக இருக்கும். இத்தனை விளக்கங்களும் தேவை என்பதற்காகவோ, முக்கியமானது என்று எண்ணியோ நான் உங்களுக்குக் கூறவில்லை. இவ்வளவு முழுமையாகவும் நிறைவாகவும் செய்முறைகளைக் கூறியதற்குக் காரணம் நான் செய்த முறையை அப்படியே உங்களுக்கு விளக்குவதற்காகத் தான். மேலும் இந்தக் கரைசலைத் தவிர வேறெதுவும் இவ்வளவு நன்றாக இருப்பதை நான் காணவில்லை. காஸ்டைல் சோப்பு, ப்ரைஸின் க்ளிசரின், மற்றும் மழை நீர் அநேகமாக எல்லா விளைவுகளுக்கும் நிச்சயமாக

சோப்புக் குமிழ்கள்

விடையளிக்க வல்லவை. மேலும் இதே விகிதம் திறம் பட வேலை செய்யக்கூடியதாகக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது.

குமிழ்களுக்கான வளையங்கள்

இவை எவ்வகையான கம்பியாலும் உருவாக்கப் படலாம். ஒரு அங்குலத்தில் இருபதில் ஒருபாகம் விட்டமுள்ள ஈய இரும்புக் கம்பியை நான் உபயோகித்திருக்கிறேன். ஒவ்வொரு இணைப்பும் குவியல்கள் இல்லாமல் பற்றவைக்கப் படவேண்டும். பற்றவைப்பது கடினமாக இருக்குமேயானால் குமிழியை நிலையாகத் தாங்கக் கூடிய மிக மெல்லிய விறைப்பான கம்பியை உபயோகிக்கலாம். இதனை முனைகளில் இரண்டு அல்லது மூன்று முறை சுற்றி பின்னர் வளைப்பதன் மூலம் இணைக்க முடியும். இரண்டு அங்குல விட்டமுள்ள வளையங்கள் உகந்தவை. உருகிய பாரஃபினில் தோய்க்கப் பட்ட வளையங்கள் பரிந்துரைக்கப்படுவதை நான் பார்த்திருக்கிறேன். ஆனால் இதனால் எவ்விதமான லாபமும் இருப்பதாக எனக்குத் தோன்றவில்லை. லேசான வளையங்கள் செய்வதற்கு ஏற்ற அருமையான உலோகம் அலுமினியம். மெல்லிய ஊசியளவு தடிப்பான அலுமினியக் கம்பியைப் (எண் 26 முதல் 30 B.W.G.) பற்ற வைக்க முடியாது. இதன் முனைகள் முடுக்கப்பட வேண்டும். இதனைக் கொண்டு செய்ய முடியாதென்றால், மிக மெல்லிய ஏறத்தாழ மயிரிழையளவுள்ள (எண் 36 B.W.G.) தாமிரக்கம்பி அல்லது வேறு உலோகக் கம்பி பயனளிக்கக் கூடியது. குமிழியை மேலே வைப்பதற்கு முன்பு வளையங்கள் சோப்புக் கலவையில் நனைக்கப் பட வேண்டும். பரிசோதனை முடிந்த பிறகு முடிந்த பிறகு அவை நன்றாகக் கழுவப்பட்டு காயவைக்கப்பட வேண்டும்.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

வளையத்தினுள் நுழைதிகள்

இப்பரிசோதனைகளைச் செய்து காட்டுவது கடினமேயில்லை. நூலுடன் வளையம் சோப்புக் கரைசலில் நனைக்கப்பட வேண்டும், அல்லது சோப்புக் கரைசலில் நனைக்கப்பட்ட இண்டியா ரப்பர் தான் அல்லது காகிதத் துண்டினால் குறுக்கே தடவப்பட வேண்டும். இதனால் நூலின் இருபுறமும் சோப்புப் படலம் உருவாகும். நூலிழைகள் தொய்வாக உள்ளன என்பதை எடுத்துக் காட்ட சோப்புக் கரைசலில் நனைக்கப்பட்ட ஊசியைப் பயன்படுத்தலாம். இதே ஊசி. மெழுகு வர்த்திச் சுடரில் சில வினாடிகள் பிடிக்கப்பட்டுப் படலத்தைச் சுலபமாக உடைக்கப் பயன்படுகிறது.

சோப்புக் குமிழியால் மெழுகுவர்த்தியை ஊதி அணை

இதற்கு, குட்டையான அகன்ற குழாயின் ஒரு முனை பரவலாக்கப்படுவதால் ஊதப்படும் குமிழிக்கு நல்ல பிடிப்பு கிடைக்கிறது. ஒரு ஈயப் புனல் (Funnel) வழியாகக் கிடைக்கும் சாதாரண காலோஜீன் (Gasogene)⁶⁰ மிக நன்றாக விடையளிக்கிறது. மீண்டும் காலோஜீனால் நிரப்பப்படுவதற்கு முன்பு இப்புனல் சுத்தம் செய்யப்பட வேண்டும்.

நேருக்கு நேர் சமநிலையில் நிற்கும் குமிழிகள்

சிறிய அளவில் இப்பரிசோதனைகளை மிக எளிமையாகச் செய்ய முடியும். எட்டில் மூன்று பாகம் அல்லது அரை அங்குல விட்டமுள்ள மெல்லிய பித்தளைக் குழாய்கள் பொருத்தமானவை. இதற்காகவே தனியாகத் தயாரிக்கப்பட்ட உறுப்புகளுடைய கருவி மிகவும் நல்லது. இவ்வாறு செய்யப் பட்ட குழாய்களின் மூலம் எளிதாகவும் விரைவாகவும் எந்தக் குமிழி யிலிருந்தும் காற்று வெளி யேறுவதைத் தடுக்கலாம்.

மேலும் தேவைப்படும் பொழுது இரு குமிழி களுக்குமிடையே இண்டியா ரப்பரினால் செய்யப்பட்ட இணைப்புக் குழாய்களுடன் கூடிய சுருள் கிளிப்புகளை உபயோகப்படுத்தும் உத்தி இப்பரிசோதனை கள் செய்வதைக் கடினமாக்கக் கூடாது. வெற்றிக்கும் தோல்விக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டை உருவாக்கு மாறு ஒரு சிறிய விளக்கம் தான். குமிழியை ஊது வதற்கான கண்ணாடியால் செய்யப்பட்ட சரியான ஊது குழாயைப் பெறுவதில் உள்ளது. இக்குழாய் மிக மெல்லியதாக இழுக்கப்பட்டு, சிறிய குமிழிகள் இதன் மூலம் திடீரென்று எதிர்பாராதவிதமாக ஊத முடியாத வாறு உள்ளது. இல்லையேல் இச்சிறிய குமிழிகளில் உள்ள காற்றின் அளவைத் துல்லியமாக மாற்றுவது கடினமாக இருக்கும். ஒரு கோள வடிவக் குமிழியை உருளை வடிவக் குமிழிக்கு எதிராகச் சமப்படுத்தும் பொழுது காற்றைச் செலுத்தும் சிறிய குழாய் எளிதாக அசைவதாக அமைக்கப்பட வேண்டும். ஆனால் நிலையான குழாயின் முனையின் குறுக்கே எவ்வித படலமும் இருக்கக் கூடாது. இரு குழாய்களும் முதலில் அருகருகே கோள வடிவக் குமிழி உருவாகும் வரை வைக்கப்பட வேண்டும். பிறகு அவை மெதுவாக ஒன்றையொன்று பிரியுமாறு விலக்கப்படுகிறது. உருளையின் நீளம் அதிகமாகி நிலையற்றத் தன்மைக்குச் செல்லுமள விற்கு இது தொடர்கிறது. இவ்வாறு நீண்டு இருக்கும் வடிவ மாறுபாட்டின் மூலமாக சிறிய அளவிலான உருளையாக இருந்து கோள வடிவ குமிழியின் அழுத்தத்தைச் சமப்படுத்தியதைவிட நன்றாக எடுத்துக் காட்டுகிறது. குமிழியின் நிழலை அல்லது ஒரு லென்ஸ் வழியாக உருவாகும் பிம்பத்தைத் திரையில் பிடித்து அளக்கும் பொழுது, அது கோளத்தின் விட்டம் உருளையின் விட்டத்தைவிட மிகச் சரியாக இருமடங்கு இருப்பதைக் காட்டுகிறது.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

தாமாட்ரோப் மூலம் துளிகளின் உருவாக்கம் மற்றும் அலைவைக் காட்டுதல்

நீர்த்துளிகள் உருவாவதைக் காட்டும் பரிசோதனையில் அவற்றின் அசைவுகளை நாம் காணும்படி செய்ய முடியும். இதில் திரவங்களை உபயோகிக்க வேண்டிய தேவையும் இல்லை. இப்பரிசோதனையின் விளைவுகளை முழுமையாக எடுத்துக் காட்ட படம் 35-ல் (முதலில் - இரண்டடி குறுக்களவு கொண்டது) உள்ள கருவியை, பழைய தாமாட்ரோப் (Thaumatrope) என்றழைக்கப்படும் கருவியாக மாற்றுவதன் மூலம் பெறலாம். பிறகு நாம் காண்பது உண்மையான மாதிரி ஆகும். ஏனெனில் படத்தில் காணப்படும் வடிவங்கள் இரு வினாடிகளில் நாற்பத்து மூன்று புகைப்படங்கள் என்னும் வேகத்தில் நகரும் துளிகளைத் தொடர்ச்சியாக எடுத்த புகைப்படங்களின் பிரதிகள் ஆகும்.

ஒரு நல்ல அட்டைத் தாளை எடுத்துக் கொள். படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு பெரிதாக எடுத்துக் கொண்டு அதன் ஒரு புறத்தைச் சுத்தப்படுத்தி மெல்லிய பசைப் படலத்தை முழுவதுமாக ஏற்படுத்தி அதன் மீது படத்தை வைத்து ஒரே மாதிரியாக அழுத்து. மேசையின் மீது வைத்து, சிறிது தடிப்பான மையுறிஞ்சும் தாளால் மூட வேண்டும். இவையனைத்தும் அடங்கும் வகையில் தட்டையான பெரிய பலகையை வைத்து மூட வேண்டும். எல்லாவற்றையும் தட்டையாக வைக்கத் தேவையான எடையைச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம். இதனை இப்படியே ஒரு இரவாவது விட்டு வைக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அட்டை உலர்ந்து போகும். இல்லாவிட்டால் அது சுருண்டு கொண்டு பயனற்றுப் போகும். ஒரு கத்தி அல்லது உளியைக் கொண்டு (முடிந்தால் உளியைக் கொண்டு) ஓரத்துக்கு அருகில் நாற்பத்து மூன்று குறுகிய பிளவுகளை வெட்ட வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும் பொழுது பிளவு

சோப்புக் குழிங்கள்

களை எவ்வளவு குறுகலாக்க முடியுமோ அவ்வளவு குறுகலாக்கி, கருப்பு வெள்ளையில் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் எல்லைக் கோட்டைத் துல்லியமாகப் பின்பற்ற வேண்டும். பிறகு மையத்தில் தையல் இயந்திரத்தின் நூல் சுற்றி வைக்கும் உருளையின் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பகுதி பொருந்துமாறு ஒரு துளை போட வேண்டும். நூல் உருளையைப் பக்கத்தில் படத்துக்கு வெளியே சிறு ஆணிகள் அல்லது பசையைக் கொண்டு ஒட்ட வேண்டும். இது மையத்தில் சரியாக பொருந்த வேண்டும். கருப்பு நிற வரம்பின் வெளிப்புறத்துக்கு ஏற்ப ஓரம் கத்தரிக்கப் பட வேண்டும்.

பென்சில் அது வேறு வகையான தண்டில் நூல் உருளை எளிதாகச் சுற்றுவதைக் கண்ட பிறகு, அதனையே அச்சாகக் கொண்டு தட்டைப் பிடித்துக் கொண்டு பார்க்கும் கண்ணாடியின் முன்பு நிறுத்த வேண்டும். நல்ல வெளிச்சத்தில் மெதுவாகவும் நிலையாகவும் இதனைச் சுழலச் செய்ய வேண்டும். தட்டின் பிம்பத்தைத் துளைகளின் ஊடாகப் பார்க்கும் பொழுது வளர்ந்து கீழே விழும் துளியின் ஒவ்வொரு அம்சத்தையும் முழுமையாக எடுத்துக் காட்டப்படுகிறது. துளி வளரும் பொழுது, அது மெதுவாக கனமாகி, தூக்க முடியாதவரை சென்று, ஒரு இடைப்பகுதி உருவாக ஆரம்பித்து, அது விரைவாகக் குறுகி, கடைசியில் துளி உடைகிறது. கீழே உள்ள நீரில் மறையும் வரை தொடர்ந்து விழுவதைப் பார்க்கலாம். ஆனால் அது உடனடியாகக் கலந்து விடுவதில்லை. அது மீண்டும் தோன்றி திரவத்தின் மேல் எழும்பி விடுகிறது. ஒரு பக்கமாக இழுக்கப்படும் விசையின் காரணமாக கீழே விழும் துளி அதிர்வடைவதைக் காணலாம். ஏனெனில் திடீரென்று வெளியேறுவதின் விளைவே இந்த அதிர்வு. இதன் மூலம் உருவாக்கப்பட்ட கழுத்துப் பகுதி தம்மைச் சேகரித்துக் கொண்டு ஒரு சிறிய துளியாக உருவாகிவிடுகிறது. அலைவுகளின் மூலம் இச்சிறு துளி மேலே உள்ள

செய்முறைக் குறிப்புகள்

மீதமிருக்கும் பதக்கம் போன்ற துளியை வேகமாகத் தாக்கி கீழே இறக்குகிறது. இதே நேரத்தில் பதக்கத் துளி வளர்ந்து அதிர்வடைவதையும் பார்க்க முடிகிறது. துளி உடைந்து முன்பு போல் கீழே விழும். இதே விளைவு மீண்டும் தொடர்கிறது.

பரிசோதனையைச் சரியாக செய்து பார்க்க, அச்ச உறுதியாக நிறுத்தப்பட வேண்டும். இரண்டு வினாடிகளில் ஒரு சுழற்சி என்னும் வேகத்தை அதிகரிக்கக் கூடாது.

தட்டுக்கும் கண்ணாடிக்கும் இடையே ஒரு திரையை வைப்பதன் மூலம் ஒரே ஒரு துளியை மட்டுமே பார்க்க அனுமதித்து, விளைவு இன்னும் நன்றாகக் காண முடியும்.

பாரஃபின் மற்றும் கார்பன் பைசல்பைடை நீர்த்துளிகள்

ப்ளேட்டோவின் பரிசோதனையில் விவரிக்கப் பட்டவை அனைத்துமே இங்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது. நீரைவிட மிகச் சிறிதளவு லேசாக மேற்புறமும், மிகச் சிறிதளவு கனமாக அடிப்புறமும் இருக்குமாறு செய்யப் பட்ட கலவையால் மிகச் சரியான முழுமையான கோள வடிவ பெரிய நீர்த்துளிகளை உருவாக்க முடியும். இக்கலவையில் கார்பன் பைசல்பைடைச் சேர்ப்பதன் மூலம் மேலும் கனமாக்க முடியும். நீர்ம கார்பன் பைசல்பைடு அபாயகரமானது. மேலும் மிகவும் மோசமான துர்நாற்றமுடையதாகையால், வீட்டுக்குள் கொண்டு செல்வது நல்லதல்ல. தொங்கும் துளியின் வடிவம் மற்றும் அது உடைந்து விழும் வகையை பாரஃபினுடன் நீரை மட்டும் உபயோகிப்பதன் மூலம் காண முடியும். ஆனால், பாரஃபினில் சிறிதளவு கார்பன் பைசல்பைடைச் சேர்ப்பதன் மூலம் நீர் மெதுவாகக் கலவையில் மூழ்குவது நன்றாக வெளிப்படுகிறது. அரை அங்குலம் முதல் ஒரு

அங்குல விட்டமுள்ள கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நீல நிறமாக்கப்பட்ட நீரை ஊற்றி, அதன் மீது பல அங்குல உயரத்துக்கு பாரஃபின் அல்லது பாரஃபின் கலவையால் மூட வேண்டும். குழாயை நீரின் உள்ளே நுழைத்து மேல் முனையைக் கட்டை விரல் அல்லது உள்ளங்கையால் முதலில் மூடிக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு கையை எடுக்கும் பொழுது நீர் குழாயினுள் வேகமாகப்புகும். மீண்டும் முன்பு போல மேல் முனையை மூடி குழாயை மேலே உயர்த்தி கீழே உள்ள முனை பாரஃபினில் மூழ்கியும் நீருக்கு மேலேயும் அமைந்துள்ளவாறு செய்ய வேண்டும். பிறகு கட்டை விரலை ஒரு புறமாக மிகச் சிறிதளவு உருட்டுவதன் மூலம் காற்றை மிகவும் மெதுவாக குழாயினுள் புகுவதற்கு அனுமதிக்க முடியும். நீர் மெதுவாக வெளியேறி வளர்ந்து பெரிய துளியாக வடிவெடுக்கிறது. உடைவதற்கு முன்பு அது பெறும் அளவு கலவையின் அடர்த்தியையும் குழாயின் அளவையும் பொருத்தது.

பாரஃபினுக்குள் நீர் உருளையை உருவாக்க, முன்பு போல் குழாய் நீரால் நிரப்பாட வேண்டும். ஆனால் இப்பொழுது மேல் முனையைத் திறந்து விட்டு விட வேண்டும். அனைத்தும் அமைதியாக இருக்கும் பொழுது குழாயின் நீளத்திற்கு இணையான திசையில் நீர் வேகமாக உள்ளிழுக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது குழாயின் உள்ளே இருக்கும் நீரின் வடிவம் உருளையாக உள்ளது. சுற்றிலும் பாரஃபின் இருக்கிறது. பின்னர் சிறு கோளங்களாக மிகவும் மெதுவாக உடைகிறது. பெரிய குழாயைப் பொறுத்தவரை இச்செயலை நன்கு கவனிக்க முடியும். குழாயின் விட்டத்தைப் போல பாரஃபின் ஆழம் பத்து மடங்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

பாரஃபினுள் நீர்க்குமிழிகளை உருவாக்க, மேல் முனை திறந்திருக்கும் குழாய் நீரினுள் செலுத்தப்பட வேண்டும். குழாயின் பெரும் பகுதி பாரஃபினுள் மூழ்கி

செய்முறைக் குறிப்புகள்

யுள்ளது. பிறகு ஒரு வினாடி மேற்பகுதியை மூடி குழாயை உயர்த்தி அதன் முனை முழுவதும் நீருக்கு வெளியே இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். பின்னர் மெதுவாக காற்று உள்ளே செல்ல அனுமதித்து குழாயை உயர்த்தினால் பாரஃபின் நிரம்பிய நீர்க்குமிழிகள் உருவாகும். 'சர்ச் வார்டனி' விருந்து (Church Warden) சோப்புக் குமிழியைப் பிரிப்பது போன்று, திடீரென்று அசைவின் மூலமாக குழாயிலிருந்து குமிழியைப் பிரிக்கலாம். குழாயின் பாரஃபினுள் மிதந்து கொண்டிருக்கும் அதிகமான நீர்த்துளிகளை எளிதாக ஒழுங்கு படுத்த முடியுமானால் இக்குமிழிகளுடன் மற்றவகைத் துளிகளும், ஏன் மற்ற குமிழிகளும் கலந்திருப்பதைக் காண முடியும். மிகச் சிறிய அளவில் கார்பன் பைசல்பைடை குழாயின் உள்ளே கவனத்துடன் ஊற்றும் பொழுது அது நீருக்கு மேல் கனமான ஒரு படலத்தை உருவாக்குகிறது. இப்படலத்தின் மீது இத்தகைய கட்டுக் குமிழிகள் மிதந்தவாறு உள்ளன.

பாரஃபின் நீரின் உருளை வடிவக் குமிழியை, குழாயை எப்பொழுதுமே மூடாமல் நீரினுள் செலுத்தி வெளியே இழுப்பதன் மூலம் உருவாக்கலாம். திரவ உருளை உடைந்து திரவக் கோளங்கள் உருவாகியதைப் போலவே இவை கோள வடிவக் குமிழிகளாக உடைகின்றன.

மணிகளாலான சிலந்தி வலைகள்

அணைத்துச் சிலந்தி வலைகளின் வடிவமைப்பின் சுருள் பகுதியில் இவை காணப்படுகின்றன. இலையுதிர் காலங்களில் வீடுகளுக்கு வெளியே அதிக அளவில் தென்படும். பசுமையான வீடுகளில் ஆண்டு முழுவதும் பெரும்பாலும் காணலாம். வலைகளில் உள்ள மணிகளைக் காண்பதற்கு, அதனை அட்டை அல்லது வேறு பொருளாலான ஒரு வளையத்தின் மீது படிய வைக்க வேண்டும்.

நடுவில் ஒரு துளை இருக்குமாறு உள்ள வளையத்தைச் சிலந்தி வலையைக் கொண்டு அடைக்க வேண்டும். உறுதியான பசையினை அட்டை வளையத்தின் மேற்புறத்தில் தடவ வேண்டும். புதிதாகக் கட்டப்பட்ட வலையைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன் வழியாக வளையம் அல்லது அட்டையைக் கொண்டு செல்ல வேண்டும். வலையின் மையப் பகுதியாக இருக்கக் கூடாது. இவ்வாறு செய்வதால் சுருள் வலையின் ஒரு பகுதி துளையின் குறுக்காக பரவலாகக் கிடைக்கிறது. துளையின் குறுக்கே பரவியுள்ள வலைப்பகுதியைத் தொடாமல் செய்ய வேண்டும். ஓரங்களை மட்டுமே தொடலாம். ஏனென்றால் நடுவில் தொடுவதால் வலை பழுதுபடக் கூடும். சாதாரணமாக நம் கண்களால் பார்க்க முடியாத வகையில் இம்மணிகள் மிகவும் சிறியதாக உள்ளன. ஒரு நல்ல உருப்பெருக்கம் கண்ணாடி அல்லது ஒரு குறைந்த திறனுடைய நுண்ணோக்கி, மணிகள் மற்றும் அவை அமைந்திருக்கும் அற்புதமான சீரிய முறையையும் எடுத்துக் காட்டுகிறது. முழு வளர்ச்சி அடைந்த சிலந்தி கட்டும் வலையில் உள்ள நேர்த்தியான மணிகளின் அமைப்பு சிறிய சிலந்திகள் கட்டும் வலையில் இருப்பதில்லை. சாதாரணக் கண்களால் பார்க்கக் கூடிய அளவில் இலையுதிர் கால விடியற்காலை நேரங்களில் சிலந்தி வலையில் இருக்கும் அழகிய முத்துக்கள் சாதாரண பனித்துளிகளே. சிறிய நீர்த்துளிகளின் கோள வடிவத்தை இவை மிக நன்றாகவும் முழுமையாகவும் எடுத்துக் காட்டுகின்றன.

நீர்ப்பீலிகளின் புகைப்படங்கள்

திரு. சிசெஸ்டர் பெல் (Mr. Chichester Bell) விளக்கிய முறைப்படி இவை எளிதாக எடுக்கப் படுகின்றன. சில லேடன ஜாடிகளில்⁶¹ கிடைக்கும் சிறிய மின் பொறியின் மூலம் ஒளிக்கற்றை உருவாக்கப்படுகிறது. நீருற்று அல்லது நீர்ப்பீலி மின்பொறியிலிருந்து ஐந்து

செய்முறைக் குறிப்புகள்

அல்லது ஆறு அடி இடைவெளியில் இருக்க வேண்டும். புகைப்படத் தட்டை நீருற்றுக்கு எவ்வளவு அருகில் வைக்க முடியுமோ அவ்வளவு அருகில் அதனைத் தொடாத வாறு அமைக்க வேண்டும். அப்பொழுதுதான் அதன் நிழல் திருந்தமாக அமைந்து, புகைப்படம் எடுத்து ஒரு ஆற்றல் மிக்க லென்ஸைக் கொண்டு ஆய்வுக்கு உட்படுத்தும் போதும் தெளிவாகத் துல்லியமாகத் தெரியும். ஏதாவது ஒரு வேகமான உலர்ந்த தட்டு போதுமானது. புகைப்படத் தட்டை அதற்குரிய இடத்தில் வைக்கும் பொழுது அறை இருட்டாக இருக்க வேண்டும். பிறகு மின்பொறி உண்டாக்கப்பட வேண்டும். நீர்ப்பீலி நேர்த்தியான சீரிய முறையில் உடைவது பெரும்பாலும் எவ்வகையிலாவது வெளிப்படும் ஒளியின் விளைவாகத் தான். படம் 41ல் குறிப்பிட்டுள்ள மாதிரி, ஒரு நேரான நீர்ப்பீலியின் மூன்றேகால் மடங்கு உருப்பெருக்கம் செய்யப்பட்ட வடிவமாகும். ஒரு சாவியைக் கொண்டு சாதாரணமாக சீட்டியடிப்பதன் மூலம் சீராக உடையும் தன்மையுடையது. இந்த நேரான நீர்ப்பீலி, ஒரு நீளமான மரத்துண்டின் ஒரு முனையை மூக்குக் குழாயுடன் இணைந்து நீருற்றுக்களை சீரான உடைக்க முடியும். மரத்துண்டு மின்சாரத்தின் மூலம் அதிர்வடைந்து ஒலியெழுப்பும் சுருதிமானியின் பீடத்துடன் இணைந்துள்ளது. மூக்குக் குழாயின் மர ஆதாரத்தின் மீது அதிர்வடைந்த நிலையில் வைக்கப்படும் சாதாரண சுருதிமானியும் நன்றாகவே விடையளிக்கும். ஆனால் இது அத்தனை வசதியானதில்லை. குறிப்பிட்ட ஸ்வரங்களுக்கு மட்டும் நீர்ப்பீலி மிக நன்றாக உடையும். ஆனால் இதற்கு ஸ்வரம் சேர்ப்பதற்காக நீரின் அழுத்தத்தையோ, துளையின் அளவையோ அல்லது இரண்டையுமோ மிக அதிக அளவில் மாற்ற வேண்டியுள்ளது.

நீரும் அக்கும்

மிக நன்றாக மனதில் பதியக் கூடியதும் எளிய துமான இப்பரிசோதனையில் தோல்லியடைவது என்பது கிட்டத்தட்ட முடியாதது!. மென்மையான கம்பளியில் தேய்க்கப்பட்ட அரக்கு சில அடி தொலைவில் வைக்கப்படும் பொழுது, வழுவழுப்பான பகுதியில் ஒரு அங்குலத்தில் ஐம்பதில் ஒரு பகுதி முதல் கால் அங்குலம் வரை வெளிவரும் எவ்வகை நீர்நீறும், அது எட்டு அடி உயரம் எழும்பக் கூடியதாக இருந்தாலும், சிதறுவது நிறுத்தப்படுகிறது. ஒரு அங்குலத்தில் பதினாறில் ஒரு பகுதியளவு விட்டம் கொண்ட ஒரு துளையிலிருந்து வெளிவரக்கூடிய நீர்நீறு நான்கடி எழும்பக் கூடியது இதுவே பொருத்தமான நீர்நீறாகும். மூக்குக் குழாய் ஒரு புறமாக சாய்ந்திருக்குமாறு வைக்கப்பட வேண்டும். இதனால் நீர் சிறிதளவு ஒரு பக்கமாகச் சாய்ந்து விடும். அணிந்திருக்கும் கோட்டின் கைப்படுதியிலோ அல்லது உலர்ந்திருக்கும் மென்மையான கம்பளியாலோ தேய்க்கும் பொழுது அரக்கு மின்னூட்டம் பெறுகிறது, பிறகு அது சிறு காகிதத் துண்டுகளையோ அல்லது அடைப்பானையோ நடனமாடச் செய்யும். ஆனால் நுட்பமான தங்க இலை எலக்ரோஸ்கோப்⁶² அல்லது காகிதத் துண்டுகளில் கண்ணுக்குத் தெரியக் கூடிய எவ்வித விளைவையும் ஏற்படுத்துவது நின்ற பிறகும் நீர்நீறின் மீது தன் செயலைத் தொடர்கிறது.

குறிக்கும் நீப்பிலிகள்

லார்ட் ராலேயின் அழகிய பரிசோதனையைத் திருப்தியளிக்கக் கூடிய வகையில் செய்வதற்குச் சிறிது மேலாண்மை திறன் தேவை. ஒரு குவில் (Quill) கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக்கொண்டு அதன் மிகக் குறுகலான பகுதியியல், ஒரு அங்குலத்தில் எட்டில் ஒரு பகுதி விட்டம் கொண்ட கழுத்துப்பகுதி உருவாகு

செய்முறைக் குறிப்புகள்

மாறு மிக மென்மையாக இழுக்க வேண்டும். (முன்பு கூறப்பட்ட குறிப்பைப் பார்) ஒரு அரத்தைக் கொண்டு அந்த இடத்தைக் கீறி பின்பு கண்ணாடிக் குழாயை அவ்விடத்தில் உடை அல்லது ஒரு நீர்த்தொட்டியுடன் இணைந்துள்ள திருகுக் குழாயுடன் நேரடியாகப் பொருத்து, சரிசமான இரண்டு நீருற்றுக்கள் உருவாகும்படி குழாய்களை கிள்ளியும் திருகுப்பிடிப்பான்களை அழுத்தியும் மாற்ற வேண்டும். அதற்கு மூக்குக் குழாய்களை இவற்றின் வழுவழுப்பான பகுதிகளில் ஒவ்வொரு சிறிய கோணத்திலும் சந்திக்குமாறு பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு அவை சிறிது நேரம் ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காமல் விலகி எழும்பும். காற்று மிகவும் தூசி நிறைந்ததாகவோ, நீர் தூய்மையற்று இருந்தாலோ அல்லது குழாய்களில் காற்றுக் குமிழிகள் வெளிப்பட்டாலோ உடனேயே இரண்டு நீருற்றுக்களும் இணைந்து விடும். நான் உபயோகிக்கும் இந்த அமைப்பில் விளக்குடன், இரண்டு மூக்குக் குழாய்களும் ஏறக்குறையில் கிடை மட்டத்தில் உள்ளன. ஒரு மூக்குக் குழாய் மற்றதை விட அரை அங்குலம் உயரத்தில் அமைக்கப்பட்டு லேசாக இரண்டுமே குவியும் வண்ணம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. சிறிதளவு அரக்கினை உருக்கி இவை இரண்டையும் அவ்வவற்றின் இடத்தில் நிலைக்குமாறு ஒட்ட வேண்டும். பின்னர் இண்டியா ரப்பர் குழாய்கள் மூலம் ஆறு அங்குல உயரத்தில் உள்ள இரண்டு புட்டிகளுடன் இவை இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு புட்டிகளுள் ஒன்று, மூன்று அரக்குத் துண்டுகளின் மீது நிற்க வைக்கப்படுகிறது. இதனால் மின்தடை ஏற்படுத்தப்படும். மூக்குக்குழாய் அதனுடைய அரக்கு ஒட்டப்பட்ட இடத்திலேயே பிடிக்கப்படுகிறது. புட்டிகளில் உள்ள நீர் வடிகட்டப்பட்டு, ஒன்றில் நீல நிறமேற்றப்படுகிறது. இவ்வகை முன்னேற்பாடான தற்காப்பு வழிமுறைகள் பின்பற்றப்பட்டால் (குழாய் நீர் அடிக்கடி வேலை செய்யும்) நீருற்றுக்கள் தனித்தனியாக நீண்ட நேரம்

நிற்கும். ஆனால் மின்னூட்டம் பெற்ற அரக்குத் துண்டு ஆறு அல்லது எட்டு அடி, அருகே கொண்டு வரப்பட்டால் உடனேயே நீருற்றுக்கள் இணைகின்றன. அவை இரண்டையும் பிரிக்க ஒரு மூக்குக் குழாய் வழியே நீர்வரும் இடத்தை விரலால் தொட வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் நீருற்று விலகி நாம் விரலை மெதுவாக எடுத்துவிட்ட பிறகு பழைய நிலையிலேயே எழும்பி முன்பு போல் செயல்படுகிறது. அவற்றை இவ்வாறு ஒரு நிமிடத்தில் பத்து முதல் பன்னிரண்டு முறை இணைந்து விலகிச் செல்ல வைக்க முடியும்.

நீரும் விட்டு விட்டு வரும் ஒளியும்

ஒரு மின் சுடரைக் கொண்டு இதனை நிறைய பேருக்கு உடனேயே செய்து காட்டலாம். துளிகள் தோன்றி வளர்வதை ஒரு சமயத்தில் ஒருவருக்கும் அதிகமானவர்கள் காண விரும்பும் சூழலில் இவ்விளக்கு உபயோகப்படுகிறது. ஆகாயம் போன்ற வெளிச்சமான பின்புலத்தில் நீருற்றை உருவாக்கி எழும்பச் செய்வது இன்றியமையாத முதல் தேவை. பிறகு ஒரு இசைக்கசியை அல்லது வேறு வகை இசை ஒலியைக் கொண்டு நீருற்றைப் பிரிக்க வேண்டும். இரண்டு அல்லது மூன்று அங்குல அகலம் கொண்ட இடைவெளிப் பகுதிகள் உள்ள அட்டைத் தட்டின் மூலம் பார்க்க வேண்டும் இவை ஓரத்தில் சமமான இடைவெளியில் இடப்பட்டுள்ளன. ஒரு அங்குலத்தில் எட்டில் ஒரு பகுதி விட்டம் கொண்ட துளை ஒன்று ஒவ்வொரு ஜோடி இடைவெளிப் பகுதி களுக்கும் நடுவில் உள்ளது. ஓரத்திலிருந்து அரை அங்குலம் உள்ளே ஆறு சம இடைவெளி துளைகள் கொண்ட ஐந்து அங்குல விட்டம் கொண்ட அட்டை யாலான தட்டு மிக நன்றாக விடையளிக்கக் கூடியது. ஒரு இசைக்கவையோ அல்லது இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பியோ அதிர்வடையும் அதே வேகத்தில் தட்டும் சமூலம்படி ஏதோ ஒரு அமைப்பின் மூலமாக முறையாகச்

செய்முறைக் குறிப்புகள்

கழற்ற வேண்டும். துளைகளின் வழியே பார்க்கும் பொழுது அதிர்வடையச் செய்யும் பொழுது, அமைதியாக அல்லது கிட்டத்தட்ட அமைதியாகத் தோன்றுகிறது. பின்பு தனித்தனியாக துளிகள் தெரிகின்றன. முந்தைய பக்கங்களில் விளக்கப்பட்ட அனைத்தும் மேலும் அதிகமாகவும் வெளிப்படத் தோன்றுகிறது. மிகவும் மனதைக் கவரக்கூடிய அளவிலான பரிசோதனைகளுள் இதுவும் ஒன்று. ஆகவே இப்பரிசோதனையில் வெற்றி பெற முயற்சிப்பது நல்ல பயனை அளிக்கக் கூடியது. நான் இங்கு உபயோகித்துள்ள சிறிய மோட்டார்க்ட்ரிஸ் அண்டு கம்பெனியின் பி.ஐ. மோட்டாராகும். (Cuttris and Company's P.I. Motor) இது இவ்வகைப் பரிசோதனை களுக்கு மிகவும் வசதியானது.

நான்கு குரோவின் மின்கலங்களால் இது இயக்கப் படுகிறது. இம்மின்கலங்கள் இதனை மிக வேகமாகச் சுழற்றக் கூடியவை. ஆனால் மோட்டாரைப் பின்னோக்கி செலுத்தும் நிலையில் பிரஷ்களை லேசாக நகர்த்துவதன் மூலம் வேகம் குறைக்கப் பட்டுச் சரியான வேகத்துக்குக் கொண்டு வரப் படுகிறது. தேவையான அளவி வேகத்துடன் செயல்படுமாறு அமைப்பது மிகவும் நல்லது. அவ்வாறு செய்தால் தண்டின் இறுதியில் விரலைக் கொண்டு மெல்லிய அழுத்தம் கொடுப்பதன் மூலம் மிகவும் சரியாக வேகத்தை ஒழுங்குபடுத்த முடியும்.

திரு சிசேஸ்டர் பெல்வின் பாடும் நீசூற்று

இவ்வகைப் பரிசோதனைகளுக்கு மிக மெல்லிய, ஒரு அங்குலத்தில் எழுபத்தைந்தில் ஒரு பகுதி அளவுள்ள துளை மிகவும் ஏற்றது. இதைப் பெறுவதற்கு திரு பெல். ஒரு குவில்க் கண்ணாடிக் குழாயின் முனையை ஊதுகுழல் கவாலையில் டிடித்துத் தொடர்ந்து திருப்பிக் கொண்டே இருந்து முனை கிட்டத்தட்ட முழுவதுமாக மூடிவிட்ட நிலையில் அவர் திடீரென வேகமாக குழாய்க்குள்

சோப்புக் குமிழ்கள்

ஊதினார். இவ்வாறு செய்யப்பட்ட பலவித மூக்குக் குழாய்களுள் நிலை நன்றாக அமைவது நிச்சயம். கண்ணாடி அல்லது உலோகக் குழாயின் முனையில் ஒரு மெல்லிய உலோகத் தகட்டினைப் பொருத்தி அதில் தேவையான அளவுள்ள துளைகளைப் போடுவதன் மூலம் பொதுவாக லார்ட் ராலே மூக்குக் குழாய்களை உருவாக்கினார். பதினைந்து அடி உயரத்தில் நீரின் அழுத்தம் இருக்குமாறு அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். நீரானது தூசு மற்றும் காற்றுக் குமிழிகள் அற்றதாக இருக்க வேண்டும். மெல்லிய கம்பளி அல்லது பருத்தியால் அடைக்கப்பட்ட ஒரு சிறிய குழாய் அல்லது அது போன்ற வடிகட்டியின் மூலமாக நீரைச் செலுத்துவதன் மூலம் இப்பயனைப் பெறலாம். வடிகட்டிக்கும் மூக்குக் குழாய்க்கும் இடையே ஒரு அங்குலத்தில் எட்டில் ஒரு பகுதி விட்டம் கொண்ட இண்டியா ரப்பர் குழாய் ஒரு சுஜ அளவிற்கு இருக்க வேண்டும். நீரை நேரடியாக தேக்கத்திலிருந்து எடுக்காமல் மூக்குக்குழாய்க்குப் பதினைந்து அடி உயரத்தில் உள்ள தொட்டியிலிருந்து எடுப்பது மிகவும் நல்லது. தொட்டி கிடைக்காமல் இருக்குமேயானால், ஒரு வானியில் நீர் மாடிக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அதிலிருந்து ஒரு குழாயைக் கீழே எடுத்து வருவது மிக நல்ல மாற்று அமைப்பாக விளங்குகிறது. இதன் மூலம் மேலும் ஒரு பயன் கிடைக்கிறது அது என்னவென்றால் நீர் அழுத்த அமைப்பை தேவைக்கேற்ப எளிதாக இடம் மாற்றி அதன் மூலம் வேண்டிய விளைவை அடைய முடியும்.

மீதமுள்ள அமைப்பு மிக எளிமையானது. ஒரு ஊதப்படாத காற்றுப் பந்திலிருந்து கத்தரிக்கப்பட்ட, இண்டியா ரப்பர் தாளை அரை அங்குல விட்டம் உள்ள குழாயின் இறுதியில் இழுத்துக் கட்டுவதுதான் வேண்டியது. குழாயானது கண்ணாடியாலோ அல்லது உலோகத்தாலோ ஆனதாக இருக்கலாம். ஒரு கனமான ஆதாரத்ததுடன் இதனை பொருத்தும்போது படம்

செய்முறைக் குறிப்புகள்

47ல் உள்ளவாறு பக்கக் குழாய் ஒன்று இணைக்கப்பட வேண்டும், அல்லது பற்றுக் கருவியால் பிடிக்கப்பட்டு குழாய் இருபுறமும் திறந்திருக்குமாறு அமைக்கப்பட வேண்டும். (படம் 48) இவ்வாறு செய்வதால்தான் ஒலி ஒரே நேரத்தில் பலருக்குக் கேட்கும். மெல்லிய ஒலிகள் எழும்பொழுது பரிசோதிப்பவர் தான் மட்டும் கேட்க விரும்பினால் திறந்த முனையிலிருந்து ஒரு வழுவழுப்பான அரை அங்குல விட்டமுள்ள இண்டியா ரப்பர் குழாயைத் தன் காதுடன் இணைத்துப் பிடித்துக் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு செய்வதால் கடிகாரத்தில் 'டிக்' ஒலி போன்ற காது செவிடாகும்படியான உரத்த இரைச்சல்களும் கேட்கக் கூடும்!.

குமிழிகளும் ஈதரும்

ஈதரை உபயோகித்துச் செய்யப்படும் பரிசோதனைகள் மிகுந்த கவனத்துடன் செய்யப்பட வேண்டும். ஏனெனில் கார்பன் பைசல்பைடைப் போன்ற ஈதரும் அபாயகரமாகத் தீப்பிடிக்கக் கூடியது. ஈதர் அடங்கிய புட்டியை எப்பொழுதுமே விளக்கிற்கு அருகில் கொண்டு வரக் கூடாது. அதிக அளவில் சிந்திவிட்டால் கனமான ஆவி தரையெங்கும் பரவி அறையின் வேறு பக்கத்தில் உள்ள நெருப்பினால் கூட தீப்பற்றி எரியக் கூடியது. ஈதரை ஒரு துண்டு மை ஒற்றும் தாளில் ஊற்றுவதன் மூலம் எந்த பாத்திரத்திலும் ஈதர் ஆவியை அதன் விளிம்பு வரை நிரப்ப முடியும். ஒரு காலன் அல்லது அதற்கும் அதிகமான கொள்ளளவு உள்ள அகன்ற வட்டியில் ஈதர் ஆவியை நிரப்ப அரை மதுக் கிண்ணத்தின் அளவு ஈதர் போதுமானது. வரண்ட இடத்தில் ஈதர் ஆவியின் மீது மிதக்க வைக்க முடியும். இவற்றை ஐந்து அல்லது பத்து வினாடிகளில் எடுப்பதற்குக் கைப்பிடியுடன் கூடிய லேசான சிறிய வளையங்களை உபயோகிக்கலாம். ஆனால் இதற்கு முன்னர் வளையம்

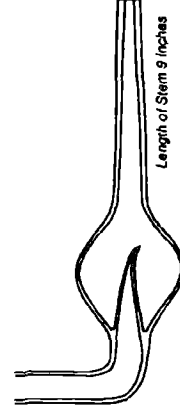
சோப்புக் கரைசலில் நனைக்கப்பட்டு அதன் குறுக்கே சோப்புப் படலம் பரவியில்லாத நிலையில் இருக்க வேண்டும். ஒரு பாதுகாப்பான தூரத்தில் இக்குமிழிகள் விளக்கினருகே கொண்டு செல்லப்பட்டால் உடனடியாக வெடித்துச் சுவாலையாக மாறுகின்றன. பக்கத்திலிருக்கும் விளக்கு மேசையின் மீது மிக அருகில் இல்லாமல் ஜாடிக்கு மேலே உயரத்தில் நிறுத்தப்பட்டிருந்தால் அருகில் இருப்பதை விட சிறிதளவு இடர்பாடு கொண்டதாகவே உள்ளது. எரியும் ஆவியை எடுத்துக் காட்டுவதற்கு, மெழுகுவர்த்தியை ஊதி அணைப்பதற்கு உபயோகப்பட்ட அதே அளவு வாய் கொண்ட குழாய் நன்றாக விடையளிக்கக் கூடியது. ஈதர் ஆவியில் பத்து அல்லது பதினைந்து வினாடி வைக்கப்பட்ட குமிழிகள் அதிகப் படியான எடையின் விளைவாக மியர் பழத்தைப் போன்ற வடிவத்தில் காணப்படும். ஆவியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட குமிழியினுள் காணப்படும் கனமான ஈதர் ஆவி பின்னர் வெளியே வருவதைக் காட்ட உடைக்கப்பட வேண்டும். இதற்கு இதனுடைய நிழல் பிரகாசமான விளக்கின் உதவியுடன் திரையில் பிடிக்கப்பட வேண்டும்.

உக்குமிழ்களுடன் பரிசோதனை

இவ்வகைப் பரிசோதனைகளில், ஒரு நல்ல கரைசலுக்கு அடுத்தப்படியாக குழாய்தான் அதி முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. 'சர்ச் வார்டன்'⁶³ மூலம் எப்பயனும் இல்லை. ஒரு அங்குலத்தில் பதினாறில் ஐந்து பகுதி விட்டமுள்ள வாய்ப்பகுதி உள்ள கண்ணாடிக் குழாய் மிகவும் நல்லது. இதுவே சாதாரண குழாயாக இருந்து, முனைக்கு அருகில் செங்கோணமாக மடக்கப்பட்டதாக இருந்தால் எப்பொழுதாவது ஈரப் பதம் குளிர்ந்து ஓடி குமிழியைச் சேதப்படுத்தும். ஒரு கடினமான பரிசோதனையில் இது மிகவும் எரிச்ச

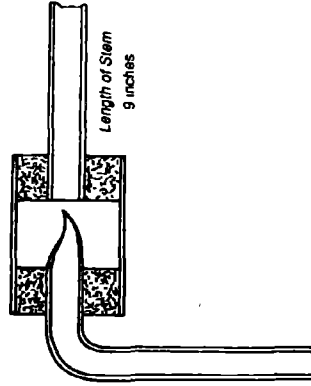
செய்முறைக் குறிப்புகள்

லூட்டக்கூடிய நிகழ்ச்சியாகும். படம் 66ல் காட்டியுள்ளபடி முழு வடிவத்தைக் கொண்ட குழாயை நானாகவே தயாரித்துள்ளேன். இதனை மேலும் மேம்படுத்துவது என்பது முடியாது என்றே நினைக்கிறேன். கண்ணாடி ஊதுபவர்களாக இல்லாதவர்களும் அடைப்பானின் உதவியுடன் குழாயைத் தயாரிப்பதற்காக ஒரு பொறியை படம் 67ல் காட்டியுள்ளேன். தோற்றத்திலும் கையாளுவதிலும் இல்லாவிட்டாலும் மற்ற வகைகளில் இது நன்றாகவே உள்ளது.



படம் 66

குமிழிகளை ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்த்து அவை தொடராமல் இருப்பதைக் காட்டி கவனம் தேவை. ஒரு குமிழி மற்ற குமிழியின் மூலம் கம்பி வளையம் அல்லது கனமான திரவத்துளி போன்ற எவ்விதமான நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் பகுதிகளைச் சந்திக்காமல் இருக்க வேண்டும். இவை இரண்டுமே குமிழிகளை உடனடியாக அழிக்கக்



படம் 67

கூடியவை. நாம் கையாளக் கூடிய வேகத்திற்கும் ஒரு எல்லை உண்டு. அதனை அனுபவம் விரைவில் எடுத்துக் காட்டும்.

ஒரு குமிழியை, அதைக் காட்டிலும் சிறிய வளையத்தின் வழியாக, மற்றொரு தட்டையான பல மடங்கிய வளையத்தின் உதவியுடன் தள்ளுவதற்கு குமிழி மிகவும் பெரியதாக இருக்கக் கூடாது. ஆனால் பெரிய குமிழிகளையும் தள்ள முடியும். ஆனால் கீழிலிருந்து மேலாக குமிழிகளைத் தள்ளுவது அவ்வளவு எளிதல்ல. ஏனெனில் இதற்கு கனமான திரவத்துளியே காரணம். ஒரு குமிழியை முற்றிலுமாக உலர்ந்த நிலைக்கு கொண்டு வருவது கடினம்.

ஒரு குமிழிக்குள் மற்றொரு குமிழியை ஊத, முதல் குமிழியை ஒரு சராசரி ஆரஞ்சுப் பழத்தினளவு பெரிதாக கிடைமட்ட வளையத்தின் கீழ் ஊத வேண்டும். ஒரு லேசான கம்பி வளையத்தை இக் குமிழியில் மாட்டி இதனைச் சிறிதளவு தன்னுடைய வடிவத்திலிருந்து இழுக்க வேண்டும். அலுமினிய வளையங்களுக்கு தேவையான எடை இருப்பதில்லை. ஆகவே இதற்காக எடை சிறிது அதிகமுள்ள உலோகமோ, அல்லது வளையத்தின் கைப்பிடியுடன் சிறிய எடை இணைக்கப்பட்டோ உபயோகிக்கலாம். குமிழியின் பக்கங்கள் செங்குத்துக் கோட்டுடன் முப்பது அல்லது நாற்பது டிகிரி கோணத்தில் இருக்கும்படி செய்யும் வகையில் வளையமானது கனமாக இருக்க வேண்டும். படம் 56ல் காட்டியுள்ளவாறு இவ் விரண்டும் ஒன்றையொன்று சந்திக்க வேண்டும். குழாயின் நனைக்கப்பட்ட முனை இப்பொழுது குமிழியினுள் மேலிருந்து அரை அங்குல ஆழத்திற்கு உட்செலுத்தப்படுகிறது. ஒரு புதிய குமிழியை விருப்பத்திற்கு ஏற்ற வாறு எந்த அளவிலும் இப்பொழுது ஊதலாம். குழாயை மிகவும் மெதுவாக எடுப்பது ஆபத்தானது. ஏனெனில் இதனால் உள்ளே இருக்கும் குமிழி உயர்த்தப்பட்டு, அதுவும் வெளியே உள்ள குமிழியும் குழாயை ஒரே இடத்தில் சந்திக்கும் நிலை உருவாகிறது. இரண்டும் ஒன்றையொன்று உண்மையில் தொட்டுக் கொள்கின்றன. அவ்வாறு இல்லாமல், வேகமானதொரு அசைவும் பெரிய

செய்முறைக் குறிப்புகள்

தொந்தரவை நிச்சயம் உண்டாக்கும். ஒரு வேகமான இயக்கம் அல்லது ஒரு லேசான அசைவு மட்டுமே போதும், உள் வளையத்தின் வழியாகச் செலுத்து வதற்கு முன்பாக உள்ளிருக்கும் குமிழியின் கனமான திரவப் பகுதியைத் துடைத் தெடுத்து அதனை மற்றொரு கையால் நிலைக்கச் செய்வது நல்லது. பிறகு ஒரே நேரத்தில் இரண்டு குமிழிகளிலிருந்தும் அதிகப்படியான திரவத்தை நீக்கிவிட முடியும். கம்பி வளையத்தின் அருகில் உள்ளிருக்கும் குமிழி வருவதற்கு அனுமதிக் காமல் கவனத்துடன் இருக்க வேண்டும். மேலும் இரு குமிழிகளும் மிகவும் நெருங்கி இருக்கும் பக்கத்தின் வழியே குழாய் உட்செலுத்தப்படாமல் இருக்க வேண்டும். சீழே இருக்கும் வளையத்தைப் பிரித்தெடுக்கும் பொழுது சிறிதளவு இழுக்கப்பட்டு பிறகு ஒரு புறமாக சாய்க்கப்பட வேண்டும். அப்பொழுதான் பிரிப்பதற்குத் தயாராக இருக்கும். பிரிக்க ஆரம்பித்த பிறகு வளையம் உயர்த்தப்பட்டு, பிரிப்பது வேகமாக நிகழ்வதற்கு ஏற்ற வகையில் நிறுத்தப்படும். இல்லையெனில், கடைசியாகக் கொடுக்கப்படும் அதிர்வு, அதாவது குமிழி வளையத்தை விட்டு விலகும் பொழுது ஏற்படும் அசைவு குமிழி தாங்கக் கூடியதை விட அதிகமாக அமையக் கூடும்.

ப்ளூரீன்⁶⁴ அல்லது யூரீன்⁶⁵ ஆகியவற்றால் நிறமேற்றப்பட்டக் குமிழிகள் தம்முடைய பிரகாசமான ஒளிரும்⁶⁶ தன்மையைக் காட்டுவதில்லை. சூரிய ஒளி அல்லது மின்சார விளக்கின் ஒளி லென்ஸ் அல்லது கண்ணாடியின் மூலமாக இக்குமிழிகளின் மீது குவிக்கப்படும் பொழுது தான் ஒளிக்கின்றன. தேவையான சாயத்தின் அளவு மிகக் குறைவாக உள்ளது. எவ்வளவு தேவையோ அவ்வளவு குறைவாக எடுப்பதே கடினமாக இருக்கும் அளவிற்குச் சிறிய அளவு சாயம் தேவைப்படுகிறது. பொதுவாக, கூர்மையான பேனா கத்தியின் முனையில், ஒரு அங்குலத்தில் எட்டில் ஒரு பங்கு அளவு எடுக்கப்பட்டு ஒரு மதுக்கோப்பை அளவுள்ள

சோப்புக் குமிழ்கள்

சோப்புக் கரைசலில் சேர்க்கப்படுகிறது. இந்த அளவிற்கு அதிகமான விகிதத்தில் கலக்கப்பட்டால், ஒளிரும் தன்மை குறைந்து கடைசியில் நின்றுவிடுகிறது மிகச் சிறந்த அளவு என்ன என்பதைச் சில நிமிடங்களில் ஒரு சோதனையின் மூலம் கண்டறியலாம்.

நிலக்கரி வாயு அல்லது காற்றினால் குமிழிகளை ஊதும் பொழுது, அல்லது இரண்டு கலந்த கலவையால் உருவாக்கும் பொழுது, சிறிய 'ப' வடிவ கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக் கொள்வது மிகவும் வசதியான திட்டமாகும். ஒரு சிறிய இண்டியா ரப்பர் துண்டினால் 'ப' வடிவக் குழாயின் ஒரு கரத்தை ஒரு ஊது குழாயுடன் இணைக்க வேண்டும். ஒரு அங்குலத்தில் எட்டில் ஒரு பகுதி விட்டத்தில் உட்புறம் அமைந்துள்ள தேவையான நீளம் கொண்ட இண்டியா ரப்பர் குழாயின் மூலம் செங்குத்தான பாகம் இணைந்துள்ளது. ரப்பர் குழாய் மூலமாக தரையைத் தொடலாம், பிறகு இது ஏதாவது ஒரு குழாயின் மூலமாக வாயு நிரம்பியுள்ள கலனுடன் இணைக்கப்படுகிறது. இண்டியா ரப்பர் குழாயை அழுத்தி இடது கையால் கிள்ளுவதன் மூலம் வாயு வருவது நிறுத்தப்படுகிறது. இரண்டு கைகளும் வேலையில் ஈடுபட்டிருந்தால், காலைப் பதித்து குழாய் மூலம் வரும் வாயுவை நிறுத்தலாம். இதே நேரத்தில் 'ப' வடிவக் குழாயின் மற்றொரு கரத்தின் மூலமாக காற்றை உள்ளே ஊதலாம். இந்த முனையை நாக்கினால் மூடுவதன் மூலம், வாயு மட்டும் தேவையானால் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.

சூடாக இருக்கும் பொழுது குழாயின் முனையைச் சிறிதளவு பரப்பி, அதனை வேகமாக அரத்தின் குளிர்ந்த பிடியில் தள்ளி, உடனேயே முறுக்குவதன் மூலம் அதனை லேசாக அரத்தின் பற்களிடையே பிடித்துக் கொள்ள முடியும். நழுவினிடும் என்கிற பயமும் இல்லை.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

ஒரு வேளை, 'ப' வடிவத் துண்டோ அல்லது அவ்வளவு நீண்ட - குறுகிய இண்டியா ரப்பர் குழாயோ கிடைக்கவில்லை என்றால் குழாயிலிருந்து வாய்ப் பகுதி பிரிக்கப்பட்டு, வாயுக்கு பதிலாக காற்று தேவையாக இருக்கும் பொழுது இண்டியா ரப்பர் குழாய் நழுவி உள்ளே வருகிறது. இதனால் கணக் கிடுவது கடினமாகிறது. ஆனால், மூன்று குமிழி களைக் கொண்ட பரிசோதனையைத் தவிர மற்ற அனைத்தும் இவ்வகையில் நடத்தப்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு முறையும், குமிழிக்குள் நுழைந்து உள்ளே மற்றொரு குமிழியை உருவாக்கும் குழாயானது வெளியே உள்ள குமிழியின் உள்ளே நுழைந்து மிக உயர்ந்த மட்டத்தை அடைய வேண்டும். குழாய் கிடைமட்டமாக பக்கவாட்டில் உள்ளே நுழைந்தால் உள்ளே உருவாக்கப்படும் குமிழி நிச்சயமாக உடையும். உள்ளே உள்ள குமிழி வாயுவைக் கொண்டு உருவாக்கப் படுமானால், உடனேயே உயரத் தலைப் படும். அப்பொழுது குழாயானது திருப்பப்பட்டு, உள்ளே உள்ள குமிழி அதனைச் சார்ந்து ஓடாமல் வெளிக் குமிழியும் குழாயும் சந்திக்கும் இடத்தின் வழியே நுழையுமாறு செய்ய வேண்டும். இங்கு கூறியவற்றைச் சில முறை செய்து பார்ப்பதன் மூலம் புரிந்து கொள்ளலாம். வெளிக் குமிழியின் மேற்புறத்தில் உட்குமிழி நிலைகொள்ள அனுமதிக்கப்படுகிறது. உள் குமிழியினுள்ளோ அல்லது வெளிக் குமிழியினுள்ளோ காற்றையோ வாயுவையோ ஊத வேண்டுமென்றால் வெளியே எடுக்கப்பட்ட குழாயை உள்ளே நுழைத்த உடனேயே ஊதத் துவங்கும் பாதுகாப்பானதல்ல. குழாயின் வாய்ப்பகுதிக்குக் குறுக்கே இழுக்கப்பட்ட நிலையில் பரவி இருக்கும் படலம் இப்பொழுது மூன்றாவது குமிழியாக மாறக் கூடும். இது, இச் சூழலில் பெரும்பாலும் நிச்சயமாக தோல்வியையோ அளிக்கக் கூடியது. காற்றை உடனடியாக

உள்ளே இழுத்து இப்படலத்தைக் குழாய்க்குள் இழுப்பதன் மூலம் அழிக்கப்படுகிறது. இதன் பின்னர் காற்றோ வாயுவோ ஆபத்து இல்லாமல் ஊதப்படும்.

இதே பரிசோதனையை ஒரு லேசான வளையத்தின் மீது பஞ்சு அல்லது காகிதத்தை இணைத்துச் செய்தால் நம்முடைய இடது கையானது வளையத்தைப் பிடித்துக் கொள்வதில் வேலையாக இருக்கும். அதனால், வாயுவைக் காலினாலோ அல்லது நண்பரின் உதவி கொண்டோ கட்டுப்படுத்த வேண்டும்.

லேசான வளையமானது இரண்டு அங்குல விட்டம் உடையதாக இருக்க வேண்டும். உள்ளே இருக்கும் குமிழி வளையத்தை இழுத்துச் செல்லத் தொடங்கும் பொழுது காகிதத்தைப் பிடித்தவாறு திறமை மிக்க முறையில் இழுப்பதன் மூலம் இரண்டு குமிழிகளையும் வளையத்தை விட்டு ஒன்றுக்குள் ஒன்று இருக்கும் நிலையில் காற்றில் பறக்க வைக்க முடியும். இதற்காக மிகச் சிறிய வளையத்தைக் காகிதத்தைப் பிடிப்ப தற்காகப் பயன் படுத்த வேண்டும். பெரிய வளையங்களில் இதே விளைவை ஏற்படுத்த வளையத்தைச் சாய்த்து வெளியே உள்ள குமிழி பிரிந்து செல்ல அனுமதிக்க வேண்டும், அல்லது குழாயின் வாய்ப்பகுதியை வளையத்தின் மீது பொருத்தி மூன்றாவது குமிழியை வளையமும் வெளிக் குமிழியும் உண்மையில் தொடங்குக் கொண்டிருக்கும் பகுதியில் ஊத வேண்டும். இது பிரிக்கும் முறையில் துணை புரியும். மூன்று குமிழிகளை, அதாவது இரண்டு குமிழிகளுக்குள் மூன்றாவதை ஊதுவது இன்னும் கடினம், பின்வரும் திட்டம் நல்ல முறையில் பயனளிப் பதைக் கண்டிருக்கிறேன். ஒரு பெரிய ஆரஞ்சுப் பழ அளவுள்ள குமிழியை வளையத்தின் மீது முதலில் ஊதிக்கொள்ள வேண்டும். ஒரு புறத்திலிருந்து நேரான கம்பி, கீழ் நோக்கி வரக் கூடியதாகவும், கைப்பிடியைப் போலச் செயல்படக் கூடிய கம்பி இணைக்கப்பட்ட.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

ஒரு அங்குல விட்டமுள்ள சிறிய வளையத்தை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனைக் கரைசலில் நனைத்த பிறகு நிலையான கம்பியினுள் கவனத்துடன் செலுத்த வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும் பொழுது சிறிய வளையம் முழுவதும் குமிழிக்குள் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது மீண்டும் கரைசலில் நனைக்கப்பட்ட குழாயை வெளியிலுள்ள முதல் குமிழியினுள் செலுத்த வேண்டும். குழாய் கிட்டத்தட்ட... உள்ளிருக்கும் வளையத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் நிலையில் தொடங்கவேண்டும். இல்லையெனில், வளையத்தின் மீதுள்ள படலம் எந்த அளவு குமிழியையும் அழிந்து விடக்கூடியது. குழாயை வெளியே இழுத்து, திரவத்தில் நனைத்து, உள் குமிழிக்குள் நுழை. இரண்டு குமிழிகளும் ஒன்றை ஒன்று எந்த இடத்திலும் தொடாத வகையில் கவனத்துடன் இதைச் செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது பெரிய வாயுக் குமிழியை ஊத வேண்டும். இது இரண்டாவது குமிழியின் மேற்புறத்தின் மீது வளரும்போது படியும். இரண்டாவது குமிழி முதல் குழாயின் மேற்புறத்தில் எவ்வித ஆபத்துமின்றி நிலை பெறும். மெதுவாகக் கீழே இறக்குவதன் மூலம் குழாயை மூன்றாவது வாயுவைச் செலுத்தி அதனை லேசாக்கு. அதே நேரத்தில் இரண்டாவது குமிழிக்கும் முதல் குமிழிக்கும் இடையே உள்ள அழுத்தத்தைக் குறை. இப்பொழுது சிறிய வளையமானது இரண்டாவது குமிழியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டு முழுவதுமாக நீக்கப்பட்டு விடலாம். இதனைச் செய்வதில் ஏதேனும் இடர்பாடு இருந்தால், இரண்டாவது குமிழியிலிருந்து குழாயை நீக்கி, முதல் குமிழியுள் காற்றைச் செலுத்தி அதனைப் பெரிதாக்கினால் மேற்சொன்ன செய்முறை எளிமையாகும், பின்னர் முதல் குமிழியிலிருந்து குழாயை நீக்கு. இப்பொழுது மூன்று குமிழிகளும் ஒன்றுக்குள் ஒன்று நிலை கொள்கின்றன. நிலையான வளையத்துக்கு நேராக மேற்கூறியவாறு நான்காவது குமிழியை ஊதுவதன்

சோப்புக் குமிழ்கள்

மூலம் முதல் குமிழி உரிந்து மூன்றாம் காற்றில் மிதக்கும். முதல் குமிழி பிரியும் பொழுது அதனை குழாய் போன்றவை தொங்க விடப்பட்டுள்ள இலேசான கம்பி வளையத்திற்கு மாற்ற வேண்டும். இவ்விளக்கம் சிக்கலானது போல் தோன்றும், ஆனால் ஒரிரண்டு முறை செய்து பார்த்தால் இம்முறையை நிச்சயத்தன்மையுடன் கையாளச் சிறிது நேரமே பிடிக்கும். உண்மையில் இங்கு விளக்கும் நேரத்தை விட குறைவான நேரத்திலேயே செய்ய முடியும். வேகமாகச் செய்யும் பொழுது இன்னும் எளிமையாகவும் தோன்றும். அப்பொழுது இவ்வளவு நுட்பமான விளக்கங்களை நாம் கையாண்டிருப்பதாக பார்ப்பவர்கள் ஒருவருக்குமே தோன்றாது.

குமிழிகளும் மிச்சாரமும்

மொத்தத்தில், இப் பரிசோதனைகள்தான் செய்வதற்கும் வெற்றியடையவும் மிகவும் கடினமானவை. தோல்வியைத் தவிர்க்க, பின்வரும் விளக்கங்கள் போதுமானவை. ஆறு அங்குல நீளமுள்ள இரண்டு கம்பிகளின் நேரான பாகத்தின் இறுதியில் இரண்டு வளையங்களை உருவாக்கிக் கொள்ள வேண்டும். வளையங்கள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கும் முனைக்கு எதிர்முனை ஒரு அங்குலத்திற்கு செங்கோணமாக வளைக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு மடக்கப்பட்ட முனைகள், எபனைட் போன்ற மின்கடத்தாப் பொருளில் செங்குத்தாக துளையிடப்பட்ட இரு துவாரங்களில் நிலைக்கும்படி வைக்கப்படுகின்றன. இரண்டுக்குமிடையே இரண்டு அல்லது மூன்று அங்குல இடைவெளி இருக்க வேண்டும். பிறகு எல்லாம் சரியாக இருந்தால், இரண்டு வளையங்களும் கிடைமட்டமாக இருக்கும். மேலும் இதே மட்டத்தில் அவை இரண்டும் ஒன்றை நோக்கி ஒன்றோ அல்லது விலகியோ நகர்த்தும் வகையில் அமையும். இரண்டுக்கும் இடையே சில அங்குலங்கள் இடைவெளி விட்டு, அவற்றின் மேற்புறத்திலோ அல்லது கீழேயோ ஒவ்வொரு குமிழியை

செய்முறைக் குறிப்புகள்

ஊத வேண்டும். இரண்டு குமிழிகளும் ஏறக்குறைய சமமாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள். பிறகு இரண்டு வளையங்களையும் ஒன்றை நோக்கி வருமாறு நகர்த்தி இரண்டு குமிழிகளும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொள்ளுமாறு செய்ய வேண்டும். ஒன்றுடன் ஒன்று இணைக்கப்படாமலேயே இவ்வாறு ஒட்டிக்கொண்டு காணப்படும் இவைகளால் நீண்ட நேரத்திற்கு இந் நிலையில் நீடிக்க முடியாது. ஏனெனில் குவி பரப்புகள் எளிதாகக் காற்றைத் தள்ளக் கூடியவை. எப்பனைட் உலர்ந்ததாகவும் முழுவதும் இளஞ்சூட்டுடனும் இருக்கக் கூடாது. ஏனெனில் பிறகு மின்னேற்றம் பெற்று பரிசோதனையில் தொந்தரவு தரும். அது ஈரமாகவும் இருக்கக் கூடாது; நனைந்தும் இருக்கக் கூடாது. ஏனென்றால் பிறகு அது மின்சாரத்தைக் கடத்தும். பிறகு அரக்குக் துண்டினால் எவ்வித விளைவும் ஏற்படாது. முந்தைய பரிசோதனைகளில் எப்பனைட் வளையங்களுக்குச் சார்பாக உபயோகப்பட்டிருந்தால், குமிழிகள் உடைவதால் இதன் மீது கரைசல் தெளிக்கப்பட்டு ஒரு நல்ல நிலையில் இருக்கும். ஆனால், அவ்வப்பொழுது நன்றாகத் துடைக்கப்பட வேண்டும்.

ஒரு அரக்குத் துண்டு தயார் நிலையில் உலர்ந்த கம்பளிக்குள் மடித்து வைக்கப்பட வேண்டும். அரக்கினை மிகவும் அதிகமாக மின்னூட்டம் பெற வைத்தால், மிகவும் அதிகமான மின் திறனுடன் தன்னிடம் வழங்கப்படும் குமிழிகளை அழிக்கக் கூடியவையாக அமைந்துவிடும். மிகவும் மெல்லிய மின்னூட்டம் பெறுவது போதுமானது. ஏனெனில் இதனை குமிழிகளிடம் காட்டியவுடன் அவை ஒட்டிக்கொள்கின்றன. ஒரு குமிழிக்குள் மற்றொரு குமிழி இருக்கும் அமைப்பில் அரக்கு மிகவும் அருகே கொண்டு வரப்பட வேண்டும். ஒரு புறமாக குமிழிகள் இழுக்கப்படுகின்றன. வெளிக்குமிழி இருப்பதால் உட்குமிழி மின்னூட்டம் பெறுவதிலிருந்து தடுக்கப்படுகிறது. அரக்கினை மிக அருகே கொண்டு வரக்கூடாது. இது

மிகவும் முக்கியம் ஏனென்றால் குமிழி தொடுமளவு அருகே இழுக்கப்பட்டு உடையக் கூடும். அரக்கினை நனைப்பதால் மின்னூட்டம் பெறுவது மிகவும் நிச்சயமாக்கப் படுவதில்லை. உட்குமிழிக்கும் வெளிக்குமிழிக்கும் இடையே உள்ள வேறுபாட்டை எடுத்துக்காட்ட அதிசு-அழுத்தம் மின்னூட்டம் அல்லது நேர இழப்பு போன்ற குறிப்புகளை ஒரே மாதிரியாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும் பொதுவாக நான் இப்பரிசோதனைகளைப் பொறுத்த அளவில் குமிழிகளைத் துளிகளின்றி துடைத்தெடுப்பது தேவையில்லை என்பதைக் கண்டிருக்கிறேன். ஏனெனில் அவற்றின் எடை அவற்றை நிலைக்கச் செய்கிறது. வெளியிலிருக்கும் குமிழி துடைக்கப்பட்டு மிகப் பெரிதாக இல்லாதிருக்குமானால், வெளிக் குமிழிகளை மின்னூட்டம் பெறச் செய்து இணைக்கும் செயல் உள்ளிருக்கும் குமிழிகளைப் பாதிக்காதவரை பலமுறை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. ஒரு முறை நான் எட்டு அல்லது ஒன்பது தனித்தனி குமிழிகளை இரு குமிழிகளில் வெளியிலிருக்கும் குமிழி யுடன் அடுத்தடுத்து இணையச் செய்திருக்கிறேன். மேலும் குமிழிகள் இணைவதற்கு இடம் தராத வகையில் மிகவும் பெரிதாக மாறும் வரை இவ்வாறு இணைக்க முடியும்.

விளக்குகளை உபயோகிப்பது குறித்துப் பேசுவது என்னுடைய விரிவுரையிலிருந்து விலகிச் செல்வது போலாகும். சிறிய குமிழிகளை உபயோகித்துச் செய்யப்படும் பரிசோதனைகளில் அவை லென்ஸ் மற்றும் திரையில் நன்றாக எடுத்துக் காட்டப்படுகின்றன. கடைசி சொற் பொழிவில் விளக்கப்பட்ட பெரிய குமிழிகளை அவற்றின் நிழலைக் கொண்டுதான் எடுத்துக் காட்ட முடியும். இதற்காக, குவிக்கும் லென்ஸ் நீக்கப்பட்டு வெளிச்சம் நேராக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. சாதாரண விளக்கை விட மின்பொறி விளக்கு மேலானது. ஏனெனில் நிழல்கள் தீர்க்கமாகத் தெரியும். மேலும் நிறங்களும் மிகவும் ஒளிமிக்கதாகவும் பளபளப்பாகவும் விளங்குகின்றன.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

எண்ணெய் விளக்குகள் விடையளிப்பதில்லை. வெளிச்சம் போதுமானதாக இருந்தாலும் அதனுடைய கடர் தரும் நிழல் தீர்க்கமாக இருக்காது.

இக்குறிப்புகளில் இதற்கென ஒரு தனியான பகுதியை அமைக்குமளவுக்கு அமைந்த குறிப்புகளில், என்னால் இயன்ற அளவு அனைத்து விளக்கங்களையும் அளித்திருக்கிறேன். பொதுவிடத்தில் இப்பரிசோதனைகளை வெற்றிகரமாகச் செய்து காட்ட ஓரளவு அனுபவமும் தேவை. பரிசோதனைகளைச் செய்து பார்க்காதவர்களுக்கு இங்கே கொடுக்கப்பட்டுள்ள விளக்கங்கள் நல்ல முறையில் துணைபுரியும் என்று நம்புகிறேன். மேலே குறிப்பிட்டவர்கள் தங்களுடைய சுய திருப்பதிக் காகவும் செய்து பார்க்கலாம். பரிசோதனை செய்து பார்ப்பவர்களில், விஞ்ஞானிகளாக இல்லாதவர்கள் "இங்கே கூறப்பட்ட குறிப்புகள் அதிகப்படியாக விளக்கங் களைக் கொண்டிருக்கின்றன", என்று கருதினால் அவர்கள் மீண்டும் பரிசோதனைகளைச் செய்து பார்க்கும் பொழுது இங்குமங்குமாக சில பிரச்சினைகள் எழுந்து எவ்வளவோ கவனத்துடன் எதிர்பாராத இடர் பாடுகளுக்கு எதிராக நான் எடுத்துக் கூறியிருந்தாலும் மேலும் விளக்கங்கள் இருக்கக் கூடாதா என்று எண்ணத் தோன்றும்.

பரிசோதனைகளை மேற்கொள்ளத் தேவையான அனைத்து வழிமுறைகளுடனும் இப்புத்தகத்தை முடிப்பது வழக்கத்திற்கு மாறானது, இத்தருணத்தில் நவீன உத்திகளும் நல்ல முறையிலேயே அமைந்துள்ளன என நம்புகிறேன். ஏனெனில் குறிப்பாக இங்கு கூறப்பட்டுள்ள பல பரிசோதனைகளுக்கு விரிவான சோதனைச்சாலை உபகரணங்களின் தேவையே இருப்பதில்லை.

விளக்கக் குறிப்புகள்

1. சர் ஜான் எவரெட் மிலியஸ் (1829-96) ஒரு பிரிட்டிஷ் ஓவியர். அவர் "ரஃபேல் காலத்திற்கு முற்பட்ட சகோதரத்துவம்" என்ற இயக்கத்தைத் தோற்று வித்தவர்களுள் ஒருவர். (இந்த இயக்கத்தைச் சேர்ந்த ஓவியர்கள், ரஃபேல் காலத்துக்கு முற்பட்ட ஓவியர்களைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளவும் நீதி மற்றும் சமய பாத்திரங்களைப் பொருள்களாகக் கொண்டு வர்ணம் தீட்டவும் ஒரு குழுவாக இயங்கினர்). 1860-ல் மிலியஸ் ரஃபேலுக்கு முந்தைய கால ஓவிய முறைகளைக் கை விட்ட பின்பு மேலும் புகழ் பெற்ற குமிழிகள் (1886) போன்ற ஓவியங்களை வரைந்தார்.
2. எட்ரூஸ்கன்கன் என்போர் மத்திய இத்தாலியச் சேர்ந்த (இன்றைய டஸ்கானி) எட்ரீரியா என்ற இடத்தில் வாழ்ந்தவர்கள். இந்த இனத்தின் தோற்றம் பற்றி முழுமையாக அறிந்து கொள்ள முடியவில்லை. கீழை நாடுகளில் அவர்களது சமாதிகளில் உள்ள வடிவங்களும், சுதை ஓவியங்களும் இவர்கள் ஆசியா மைனரிலிருந்து படையெடுத்து வந்தவர்களாக இருக்கலாம் என்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றன. ஆசியா மைனர் என்பது ஆசிய துருக்கியில் பெரும்பாலான பகுதி அடங்கிய மத்திய தரை கடலுக்கும் கருங்கடலுக்கும் இடைப்பட்ட தீபகற்பம். கீழை நாட்டுப் பண்பாட்டுப் பழங்கங்கள் இவர்களுடைய நீண்ட நெடும் பயணத் தொடர்புகளால் ஏற்பட்டிருக்கக் கூடும். எட்ரூஸ்கன்கன் மொழியில் பொறிக்கப்பட்ட வாசகங்கள் காணக் கிடைக்கின்றன. ஆனால் அவை இன்னும் மொழி பெயர்க்கப் படவில்லை.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

3. லுவர் (Louvre) என்பது ஃபிரான்ஸ் நாட்டில் உள்ள தேசிய அருங்காட்சியகம். பிரெஞ்சு மன்னர்களின் கலைப் பொருட்கள் அங்கே சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு முன்னாள் அரசு அரண்மனை மற்றும் டியூலெரிஸ் (Tuileries) அரண்மனையில் இருந்த பொருட்கள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இந்த அருங்காட்சியகம் 1893-ம் ஆண்டு பொது மக்கள் பார்வைக்குத் திறந்து வைக்கப்பட்டுள்ளது.
4. இப்பரிசோதனையைத் தகுந்த அளவு உடைய பிரஷ்ஷைக் கொண்டு செய்து பார்க்க முடியும். துரிகையின் கற்றைகள் ரோமத்தினாலோ அல்லது சுவரத்திற்குப் பயன்படும் பிரஷ்ஷில் இருப்பது போன்று பிளாஸ்டிக் இழைகளினால் ஆனவை யாகவோ இருக்கலாம்.
5. ஃபிஸ்கஸ் இலாஸ்டிகா (Fiscus elastica) என்னும் ரப்பர் மரங்களிலிருந்து இண்டியா ரப்பர் பெறப்படுகிறது. இந்த மரங்கள் இந்தியாவில் விளைவதால் இப்பெயர் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இயற்கை ரப்பரைப் பெறுவதற்கு மற்றுமொரு உற்பத்தி இடமும் உண்டு. பிரேசிலின் ரப்பர் மரம் ஹேவியா பிரேசிலியென்சிஸ் (Havea brasiliensis), (Havea guianensis) ஹேவியா கியான்சிஸ் பான்ஸிஃப்ளோரா (Havea paniciflora) எனப் படுபவை. ரப்பர் என்பது இயற்கை அல்லது செயற்கை பாவிமரால் ஆனது. மரப்பால் அமிலங்களின் உதவியுடன் கெட்டிப்படுத்தப் பட்டு தாள்களாக அழுத்தப்படுகிறது. கந்தகத் துடன் சேர்ந்து சூடாக்கும் பொழுது ரப்பரின் ஆயுட்காலமும் உறுதிப்பாடும் அதிகமாகின்றது. இம்முறை வல்கனைசேஷன் (Vulcanisation) எனப்படும்.

6. நீர் செல்லும் வடிகுழாய் (Siphon) மடக்கப்பட்ட சமமில்லாத நீளங்களில் கால்கள் உடையது. இது உயர் மட்டத்திலிருந்து திரவத்தைத் தாழ்ந்த மட்டத்திற்கு மாற்றப் பயன்படுகிறது.
7. அவுன்ஸ் என்பது எடையின் அலகு. ட்ராய் (Troy) முறை எடையில் $\frac{1}{12}$ பவுண்டுக்கும், அவாய்ர்டுபாய்ஸ் (Avoirdupois) முறை எடையில் $\frac{1}{16}$ பவுண்டுக்கும் 928.34953 கிராம்கள்) சமமானது.
8. பாரஃபின் மெழுகு எனப்படும் கடின மெழுகு, மெழுகுவர்த்திகள் மெழுகு தாட்கள் போன்ற வற்றைச் செய்யப் பயன்படுகிறது. பெட்ரோல், மண்ணெண்ணெய், மசகு எண்ணெய், காஸோலின் ஆகியவற்றைப் பரித்தெடுத்த பின்பு எஞ்சியிருக்கும் கச்சா எண்ணெயின் சக்கை யிலிருந்து தயாரிக்கப் படுகிறது. இந்தச் சக்கை வெற்றிட வடித்தல் முறையில் பகுத்து வடிக்கப்படுகிறது. இம்முறையில் இலேசான, நடுத்தரமான, எடை அதிகமுள்ள மசகு எண்ணெய்களும், பாரஃபின் மெழுகும், எரியக் கூடிய கரிமப் பொருட்களும் பெறப்படுகின்றன. பாரஃபின்கள் அல்லது முழுமையாக ஹைட்ரோ கார்பன்களால் செய்யப்பட்டதால் பாரஃபினன் மெழுகு என்ற பெயரைப் பெற்றுள்ளது.
9. ஆசிரியர் இங்கு அதிக மூலக்கூறு எடையுள்ள பாரஃபின்கள்களால் செய்யப்பட்ட பாரஃபின் மெழுகைக் குறிப்பிடுகிறார்.
10. சிம்பிள் சைமன் என்னும் பாத்திரம் குழந்தைகளின் பாடல்களில் புகழ் பெற்றது. அவரைப் பற்றி குறிப்பிடும் பொழுது ஆசிரியர் "நமது பழைய நண்பர்", என்கிறார். காரணம், கிட்டத்தட்ட எல்லா

செய்முறைக் குறிப்புகள்

மாணவர்களுக்குமே சிறு வயதிலிருந்தே சிம்பிள் சைமன் அறிமுகமானவர் என்பதால்தான்.

11. எட்வர்டு வியர் (1812-88) என்பவர் ஒரு பிரிட்டிஷ் ஓவியர் மற்றும் கவிஞர், அவர் அரும் பெரும் வாய்மொழி நுதனங்கள் குழந்தைகளுக்காகப் படைத்திருக்கிறார். அவரது, முட்டாள்தன பாடல் வரிகள், என்று பொருள்படும் நான் சென்ஸ் வெர்ஸ் என்னும் குழந்தைகளுக்கான நான்கு புத்தகங்களில் முதலில் எழுதப்பட்டது "தி புக் ஆஃப் நான்சென்ஸ் (1846)".
12. தந்துகித் தன்மை என்பதன் மூலம் ஆசிரியர் தந்துகிச் செயலைக் குறிக்கிறார். அது திரவங்களின் ஓரங்களில் மூலக்கூறுகளிடையே காணப்படும் சமப்படுத்தப்படாத ஈர்ப்பின் காரணமாக உண்டாகும் விளைவு. (எ.கா.) குறுகலான குழாய்களில் திரவங்களின் ஏற்ற இறக்கம், படலங்களின் வடிவங்கள், துளிகள் மற்றும் குமிழிகள் போன்றவை.
13. அதிபரவளையம் என்பது கூம்புப் பிரிவுகளால் உண்டாக்கப்படும் ஒரு வளைவு அல்லது ஒரு ஜோடி வளைவுகளாகும். இதனை கார்ட்டீசியன் அச்சுகளில்
$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} = 1$$
 என்ற சமன்பாட்டின் மூலம் வரையறுக்க முடியும். (A,B) என்பவை மாறிலிகள். இதன் இரு பகுதிகளும் ஒரே அச்சினைப் பொதுவாகக் கொண்டவை. இரண்டுக்கும் இடையே குறைந்த பட்சம் (2A) இடைவெளியாவது இருக்க வேண்டும்.
14. குவிக் சில்வர் என்பது உலோக தனிமப் பாதரசத்தின் பெயர்களுள் ஒன்று. அரிஸ்டாட்டில்

பாதரசத்திற்கு, திரவ வெள்ளி என்று பெயரிட்டார். டயஸ்கரைடஸ் என்னும் கிரேக்க மருத்துவர் இதனை "வெள்ளி நீர்" என்று அழைத்தார். இதனைக் கொண்டே இலத்தீன் மொழியில் பாதரசம் என்று பொருள்படும் ஹைட்ராகைரஸ் (Hydragyrus) என்ற சொற்றொடர் பெறப்பட்டது. இலக்கியத்தில் சில சமயங்களில் பாதரசம் "வாழும் வெள்ளி" என்று கூறப்படுகிறது. அறை வெப்ப நிலையில் பாதரசம் மட்டுமே திரவ நிலையில் இருக்கும் உலோகம் ஆகும்.

15. விளக்குகள் ஆபரணங்கள் முதலியவற்றால் அலங்கரிக்கப்படும் கிறிஸ்துமஸ் விழாவில் முக்கியமாகக் கருதப்படும் கிறிஸ்துமஸ் மரம் பசுமை மாறாத மரமாகும்.
16. க்ரெய்ன் (Grain) எனப்படுவது பெரும்பாலான முறைகளில் காணப்படும் மிகச் சிறிய எடையின் அலகு. முதன் முதலில் கோதுமை கதிர் மணிகளின் எடையால் குறிப்பிடப்பட்டது. ஐக்கிய நாடுகள் மற்றும் பிரிட்டிஷ் முறைகளிலும் அவாய்ர்டு பாய்ஸ், ட்ராய் மற்றும் அபோதாகரிஸ் முறைகளிலும் க்ரெய்ன் ஒரே மாதிரி உள்ளது. அவாய்ர்டுபாய்ஸ் முறைப்படி ஒரு அவுன்ஸ் என்பது 437.5 க்ரெய்ன்களைக் கொண்டது. ட்ராய் மற்றும் அபோதாகரிஸ் (Apothacaries) முறையில் ஒரு அவுன்ஸ் 480 க்ரெய்ன்களைக் கொண்டது ஆகும்.
17. பொதுவாக ஆல்கஹால் என்பது எத்தில் ஆல்கஹால் (C_2H_5OH) ஆகும். எளிதில் ஆவியாகக் கூடிய நிறமற்ற தீப்பற்றக் கூடிய திரவம். இதன் கொதிநிலை 78.1° செ. வேதியியலில் $R.OH$ என்னும்

செய்முறைக் குறிப்புகள்

பொது வாய்ப்பாட்டைக் கொண்ட சேர்மங்கள் ஆல்கஹாலைக் குறிக்கும். இதில் R என்பது கார்ப் பகுதி.

18. திராட்சை ரசத்தை கொதிக்க வைப்பதன் மூலம் பெறப்படும் ஆல்கஹால் பானம் ஒயின் எனப்படும் மதுவகை. மொத்தப் பகுதியோ அல்லது ஒரு சிறு பகுதியோ சர்க்கரையாக மாற்றப்படுவதைப் பொறுத்தே மதுவின் தன்மை உலர்ந்தோ, நடுத்தரமாகவோ, இனிப்பாகவோ இருக்கும். அருந்தக் கூடிய மதுவகைகள் 9-13 சதவீதம் ஆல்கஹால் கொண்டவை.
19. போர்ச்சுகல் நாட்டில் உள்ள ஒப்பார்ட்டோ நகரிலிருந்து வரும் போர்ட் எனப்படும் மதுவகை செறிவூட்டப்பட்டதாகவும் அடர்த்தி யாகவும் உள்ளது. இதில் 16-23 சதவீதம் ஆல்கஹால் உள்ளது.
20. ஆவியாதல் என்பது திரவமானது தன் கொதி நிலைக்குக் கீழ் உள்ள வெப்ப நிலையில் வாயுவாக மாற்றப்படும் நிகழ்ச்சி ஆகும்.
21. "பழமொழி" என்பது பழைய ஏற்பாழ்வு வேதாகமப் புத்தகம். பரம்பரை வாயிலாக ஸாலமனுக்கு வழங்கப்பட்ட நீதி மற்றும் மதக் கோட்பாடுகளின் தொகுப்பு ஆகும். கடவுளிடம் உள்ள பயத்தின் பயனாக கிடைக்கும் ஞானத்தின் அருமையை மையக் கருத்தாகக் கொண்டது.
- 22 . ஈதர் என்பது எத்தில் ஈதர் ($C_2H_5-O-C_2H_5$) ஆகும். வேகமாக ஆவியாகக் கூடிய தீப்பற்றும் திரவம் இதன் கொதிநிலை 34.5° காற்றுடன் கலந்த இச் சேர்மம் வெடிக்கக் கூடிய நிலையை பெறுகிறது

இது ஒரு கரைப்பானாவும் மயக்க மருத்துவத்தில் முகரக்கூடிய பொருளாகவும் பயன்படுகிறது.

23. ஒரு திரவத்தில் மூழ்கியிருக்கும் பொருளின் மீது செலுத்தப்படும் மேல் நோக்கு விசை பாய்திறன் எனப்படுகிறது. இவ்விசை இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும். (ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவம்) ஆகவே நீரினுள் மூழ்கி இருக்கும் பொருளின் எடை குறைவாக இருக்கும். குறைவாகத் தோற்றமளிக்கும் எடை இடம் பெயர்ந்த நீரின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும்.
24. கறை (Grease) என்பது பொதுவாக கொழுப்பு எனப்படும் எண்ணெய் பொருளைக் குறிக்கிறது.
25. நிலக்கரி தாரிலிருந்து இலேசான கச்சா எண்ணெய் பகுத்து வடித்தல் முறை மூலமாக வடிக்கப்படும் பொழுது 170° செ. வரை பென்சீன் வடி பொருளாகக் கிடைக்கிறது. நாப்தா கரைப்பான் என்றும் இது குறிப்பிடப்படுகிறது. ஐலின்கள் (Xylenes) க்யூமீன்கள் (Cumenes) ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கிறது. ரெசின்கள், ரப்பர், வர்ணங்கள் முதலியவற்றைக் கரைக்கும் கரைப்பானாக பென்சீன் உபயோகிக்கப்படுகிறது.
26. கற்பூரம் என்பது தனித்தன்மை கொண்ட நறுமணம் உள்ள வெண்ணிற படிசு வடிவ திடப்பொருள். 178° செ.வெப்ப நிலையில் இது உருளுகிறது. கற்பூர மரத்திலிருந்து கற்பூரம் கிடைக்கிறது.
27. லைக்கோபோடியம் (Lycopodium) க்ளப் மாஸ் (Club Moss) (Lycopodium Clavatum) என்னும் தாவரத்தின் பழங்களில் காணப்படும் மஞ்சள் நிற தூள் ஆகும். பட்டாசு மற்றும் வாண வேடிக்கைகளில் இது பயன்படுகிறது.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

28. ஒரு பின்ட் (Pint) என்பது 0.56823 லிட்டருக்குச் சமம்.
29. ஆசிரியர் லண்டனின் புகழ் பெற்ற செய்தித் தாளைக் குறிப்பிடுகிறார். ஆனால் எந்த செய்தித் தாளையும் எடுத்துக் கொள்ளலாம்.
30. வட துருவ வெப்ப நிலைகளில் வளரும் ஜக்லியஸ் மரத்திலிருந்து கிடைக்கும் பச்சை நிற கனி வால்நட். இதில் சுமார் 17 இனங்கள் உள்ளன. ப்ளம் எனப்படும் பழத்தின் அளவு இருக்கும்.
31. பெய்ஸ் என்பது மிருதுவான பச்சை நிற கம்பளி இழைகள். பில்லியர்டு மேசை மீது காணப்படும் இழைகளை ஒத்திருக்கின்றன.
32. இரண்டு இணையான சமதளங்களுக்கு இடையே செங்குத்தாக ஒரு நேர்க்கோடு உருவாக்கும் மூடிய வளைபரப்பு அடங்கிய திடப்பொருள் அல்லது பரப்பு உருளை எனப்படும்.
33. ஒரு அரைவட்டம் தன்னுடைய விட்டத்தை அச்சாகக் கொண்டு சுழல்வதால் உண்டாக்கப்படும் வடிவியல் உருவம் கோளம் எனப்படுகிறது. இதற்கான சாதாரண உதாரணம் பந்து.
34. ஒரு நிலையான வளைவின் மீது நழுவாமல் மூடிய வளைவின் மீது ஒரு புள்ளியின் பாதை உருவாக்கும் வளைவு, ரௌலட் (Roulette) எனப்படும்.
35. தட்டையான வட்டமான அடிப்பரப்பைக் கொண்ட ஏதாவது ஒரு வர்த்தி போதுமானது.
36. நம்முடைய நாட்டில் எல்லா வீடுகளிலும் கொண்ட ஏதாவது ஒரு மெழுகுவர்த்தி போதுமானது.

37. பரவளையம் என்பது கூம்புப் பிரிவினால் உருவாக்கப் படும் வளைவு. இதில் ஒரு நிலையான கோட்டுக்கும் கூம்புப் பிரிவுக்கும் இடையே உள்ள தூரம் சமமாக இருக்கும். கார்ட்டிஷியன் அச்சுகளை அடிப்படையாகக் கொண்ட சமன்பாடு $Y = 4ax$ என்பது X - அச்சில் சமச் சீருடைய பரவளைத்தைக் குறிக்கிறது.
38. கார்பனின் பைசல்பைடு சாதாரணமாக கார்பன் டை சல்பைடு என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இது எளிதில் தீப்பற்றக் கூடிய நிறமற்ற திரவம். கொதி நிலை 46° செ. நச்சுத்தன்மை உடையது. அதிக அளவில் மூச்சுக் காற்றில் கலந்தால் அந்த நபர் இறந்து போகக்கூடும்.
39. ஷில்லிங் என்பது தாமிரநிக்கல் நாணயம். பிரிட்டிஷ் அரசின் பவுண்டின் (Pound) இருபதில் ஒரு பகுதி.
40. ஆர்வமூட்டக் கூடிய அழகான சிலந்திகள் இனங்கள் நூற்றுக் கணக்காக இருக்கின்றன. சாதாரணமாக அனைத்து இடங்களிலும் காணப்படுபவை, வட்ட வலை பின்னுபவை, கோடு வலை பின்னுபவை, கூடு வலை பின்னுபவை, வேட்டையாடும் சிலந்திகள், சூதிக்கும் சிலந்திகள் மற்றும் வலை சுதவு சிலந்திகள், இவை எங்கும் நிறைந்து எல்லா சூழ்நிலைகளிலும் வாழக் கூடியவை. அளவு, வடிவம் மற்றும் பழக்க வழக்கங்களில் மிக அதிக வேறுபாடுகள் இவற்றிடையே காணப்படுகின்றன.
41. சிலந்திகள் வலைபின்னும் திறன் விந்தையானது. பட்டு என்பது அவற்றின் வலைகள். நெசவிற்கான உறுப்புகளுடனும் பட்டுச் சுரப்பிகளுடனும் அனைத்துச் சிலந்திகளும் பிறக்கின்றன. இவற்றின்

செய்முறைக் குறிப்புகள்

உடலின் பின் பகுதியில் நான்கு அல்லது ஆறு முறை போன்ற நூற்பதற்கு உதவும் உறுப்புகள் அமைந்துள்ளன. நூற்கும் திறனும் சிலந்திகளிடையே மிகவும் மாறுபடுகிறது.

42. குவார்ட்ஸ் என்பது தாதுக்களில் மிகவும் சாதாரணமான சிலிக்கான் டை ஆக்ஸைடு (SiO_2) ஆகும். இது பல வகைகளில் கிடைக்கிறது. நிறம், பளபளப்பு ஆகியவற்றில் மாறுபடுகின்றன. படிவுகளாகவோ அல்லது படிசுங்களாகவோ காணப்படுகின்றன.
43. விளக்கெண்ணெய் மிதமான மஞ்சள் நிற வழு வழுப்பான பாகு தன்மை கொண்ட தாவர எண்ணெய், உயவுப் பொருளாகவும் மலமிளக்கியாகவும் பயன்படுகிறது.
44. ஜான் டபுள்யூ. எஸ். ராலே (1842 - 1919) ஒரு பிரிட்டிஷ் இயற்பியல் விஞ்ஞானி. 1904 - ஆம் ஆண்டு ஆர்கான் கண்டு பிடிப்புக்காக சர் வில்லியம் ராம்ஸே என்னும் விஞ்ஞானியுடன் இவருக்கு நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது.
45. சுருதிப் பெட்டி என்பது இசையைத் தாமதமாகவே எந்திரத்தனமாக உருவாக்கும் கருவி.
46. நிலக்கரி வாயு 50 ஹைட்ரஜன், 30 மீத்தேன், 8 கார்பன் டை ஆக்ஸைடு மற்றும் இதர வாயுக்களின் கலவையாகும். நிலக்கரியைச் சிதைத்து வடிக்கும் பொழுது தயாரிக்கப் படுகிறது. இம்முறைக்கு 1000° செ. வரை வெப்பம் தேவைப்படுகிறது.
47. மின்சாரத்தை எளிதாக தன் மூலமாகச் செலுத்தும் கருவி அல்லது பொருள் மின்கடத்தி எனப்படும். உலோகங்கள் மிக நல்ல மின் கடத்திகள். ஒரு மின் புலத்தின் தாக்கத்தில் சுயேச்சையான

எலெக்ட்ரான்களில் ஒட்டமே மின்னோட்டமாக வடிவெடுக்கிறது. இதன் விளைவாகத்தான் உலோகங்களின் வழியாக மின்சாரம் பாய்கிறது.

48. சர் ஐசக் நியூட்டன் (1642 - 1727) ஒரு இயற்பியல் மற்றும் கணித வல்லுநர். காலத்தை வென்ற தலை சிறந்த அறிவியலறிஞர்களுள் ஒருவர். இவர் பட்டப்படிப்பை முடித்தவுடன் லிங்கன் ஷயரில் இருந்த பெற்றோரின் வீட்டில்தான் தம்முடைய பெரும்பாலான ஆய்வுப் பணிகளைச் செய்தார். இவரைப் பற்றி ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன் என்னும் மற்றுமொரு தலைசிறந்த இயற்பியல் அறிஞர் கூறியது, "பரிசோதனை செய்பவர் தத்துவத்தைக் கண்டு பிடிப்பவர், இயந்திர வல்லுநர் மட்டுமின்றி நுணுக்கத்தை வெளிப் படுத்தும் கலைஞர் என்று அனைவரும் ஒருவருக்குள்ளேயே அடங்கியிருக்கும் நபர்". நியூட்டனின் முதல் பெரிய கண்டுபிடிப்பு புவிவீர்ப்பு விசை விதி ஆகும். அவரது இயக்க விதிகள் நியூட்டன் எந்திரவியலுக்கு அடித்தளமிட்டவை. லீப்னிட்ஸ் என்பவருடன் இணைந்து டிஃரென்ஷியல் கால்குலஸ் (Differential Calculus) கண்டுபிடித்தார். நியூட்டனின் மற்றுமொரு அரிய சேவை ஒளியியலில் உண்டு. அவரது முக்கிய படைப்புகளாவன - "பிலாஸஃபி நேச்சுரலிஸ் மாத்மமாட்டிகா (Philosophiae Naturalis Mathematica) (1686 - 87)" மற்றும் "ஆப்டிக்ஸ்" (1704) ஆகும்.
49. பிப்பெட் (Pipette) ஒரு அளவுகள் குறிக்கப்பட்ட மெல்லிய கண்ணாடிக் குழாய். ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து மற்றொன்றிற்கு திரவங்களை அளந்து மாற்றுவதற்கு உபயோகப்படுகிறது.
50. அனிலின் சாயம் (Aniline Dye) நிலக்கரி தாரிலிருந்து பெறப்படும் அனிலின் என்னும் வேதிப்

செய்முறைக் குறிப்புகள்

பொருளில் தயாரிக்கப்படும், அதிக எண்ணிக்கையில் கிடைக்கும் சாயங்கள்.

51. அசிட்டிக் அமிலத்தின் நீர்த்தக் கரைசல் வினிகர் ஆகும். (Vinegar) புளிக்க வைக்கப்பட்ட மது, நீர் மற்றும் நீர்த்த ஆல்கஹால் திரவங்களிலிருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது.
52. ரோசனிலின் (Rosaniline) என்பது அனிலின் மற்றும் ஆர்தோடொலிடின்லிருந்து (Ortho-tolindine) எடுக்கப்படும் சிவப்பு சாயம். புஷ்சின் தாதுவில் அடங்கியுள்ள பொருள். இதன் வேதி வாய்பாடு $C_2O H_2O N_3 Cl$.
53. சாலட் ஆயில் எனப்படுவது பச்சைக் காய்கறி களுடன் சேர்க்கப்படும் எண்ணெய் ஆகும். முக்கியமாக தாவர எண்ணெய் அல்லது ஆலிவ் எண்ணெய் போன்றவற்றைக் குறிக்கிறது.
54. அரைபென்னி இங்கிலாந்து நாட்டின் வெண்கல நாணயம். ஒரு பவுண்டில் இருநூற்றில் ஒரு பகுதி மதிப்புடையது.
55. மூன்று பென்னி இங்கிலாந்து நாட்டின் தாமிர நிக்கல் நாணயம். ஷில்லிங்கின் கால் பாகத்திற்குச் சமமானது.
56. காஸ்டைல் சோப்பு (Castile Soap) ஆலிவ் எண்ணெய் மற்றும் சோடியம் ஹைடிராக்சைடு சேர்த்துத் தயாரிக்கப்படும் ஒரு வகை சோப்பு.
57. கிளிசரின் (Glycerin) அல்லது கிளிசரால் எனப்படும் திரவ மருந்துப் பொருள் பலவகை உணவுப் பொருட்கள், அழகு சாதனங்கள் மற்றும் மருந்துகள் தயாரிப்பில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

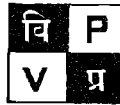
58. ஒலீக் அமிலத்திலிருந்து (Oleic Acid) கிடைக்கும் உப்பு ஒலியேட் சோடா ஆகும். ஒலீக் அமிலத்தை சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடுடன் சேர்ப்பதன் மூலம் தயாரிக்கப்படுகிறது. ஒலீக் அமிலம் என்பது நீரில் கரையாதது.
59. திரவ அம்மோனியா பெருமளவில் குளிர் சாதனப் பெட்டிகளிலும் வேதிச் சேர்க்கைகளிலும் கரைப் பானாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதன் கொதி நிலை -33.42° செ எஃகு உருளைகளில் இது சேகரித்து வைக்கப்படுகிறது.
60. கார்பன்டை ஆக்ஸைடு போன்ற வாயுவை நீரினுள் கலக்க உபயோகிக்கப்படும் கருவி காஸோஜீன் (Gazogene) ஆகும்.
61. மின்சாரத்தைத் தேக்கி வைக்க உபயோகிக்கப் படும் அமைப்பு லேடன் ஜாடி. (Leyden Jar) முக்கியமானதாக இக்கருவியில் மின்துகள் களைச் சேகரித்து வைக்கும் கண்ணாடிக் குடவை யினுள் உட்புறமும் வெளிப்புறமும் மூன்றில் இரண்டு பங்கு உயரத்திற்கு பூசப்பட்டுள்ளது. நெதர்லாந்தின் லேடன் என்னும் நகரத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் இப்பெயர் ரால் வழங்கப்படுகிறது.
62. கோல்ட் லீஃப் எலெக்ட்ராஸ்கோப்பு என்பது மின்துகள்கள் அல்லது சுதிர்வீச்சுக் கண்டறியக் கூடிய நிலை மின்னியல் கருவி. கோல்ட் லீஃப் எலெக்ட்ராஸ்கோப்பில் தொங்க விடப்பட்டிருக்கும் இரு தங்க தகடுகளும் மின்னூட்டம் அதிகமாகும் பொழுது விலகும்.
63. சர்ச் வார்டன் (Church Warden) என்பது இங்கு ஒரு நீண்ட தண்டினை உடைய, புகைப்பதற்கு உதவும் களிமண் குழாயைக் குறிக்கிறது.

செய்முறைக் குறிப்புகள்

64. ப்ளூரஸீன் (Fluorescin) என்பது நீரில் கரையாத சிவப்பு நிற தூள் ஆகும். காரங்களில் கரைந்து கருஞ்சிவப்பு கரைசலாகிறது. மேலும் காரம் சேர்த்து நீர்மமாகும் பொழுது அடர்ந்த பசுமையான மஞ்சள் நிறமாக ஒளிர்கிறது. ஒரு மூலக்கூறு தாலிக் ஆன்ஹைட் ரைடை (Phthalic anhydride) இரு மூலக்கூறு ரிசோர்சி னால் (Resorcinol) கலந்து சூடாக்கும் பொழுது 200 டிகிரி சென்டிகிரேடில் இது தயாரிக்கப்படுகிறது.
65. யூரானின் (Uranine) என்பது ப்ளூரஸீனின் (Fluorescine) சோடியம் உப்பு ஆகும்.
66. ஒளிர்ந்தல் பல பொருட்களில் இத்தன்மை காணப்படுகிறது. ஒளியின் ஒரு அலை நீளத்தை உள்ளிழுத்துக் கொண்டு (அதாவது கண்ணுக்குப் புலப்படும் நிறமாலையில் ஒரு நிறத்தை) அதற்கு பதிலாக அதனிடத்தில் வேறொரு நிறத்தையோ அல்லது அலை நீளத்தையோ வெளிப்படுத்துதல். நின்றொளிர்தல் போன்றில்லாமல் இத்தன்மை ஒளியின் மூலம் துண்டிக்கப்பட்டவுடன் நின்றுவிடும்.

இப்புத்தகம் அறிவியல் இலக்கியத்தின் தரமான மிகச் சிறந்த நூல் என்பதில் ஐயமில்லை! . 1889-ம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் 30ம் தேதி முதல் 1890 ஜனவரி 3ம் தேதி வரை பாய்ஸ் சிறுவர்களுக்கு ஆற்றிய மூன்று சொற் பொழிவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது. லண்டனின் கிறித்துவ நெறி முன்னேற்றக் கழகம் முதன் முதலில் 1902ம் ஆண்டு இப்புத்தகத்தை வெளியிட்டது. பின்பு 1916ம் ஆண்டு மறுபதிப்பு வெளியாகியது.

பற்பல வடிவங்களிலும் அளவுகளிலும் சோப்புக் குமிழிகளை உருவாக்கும் முறையைச் செய்து காட்டும் பொழுது பாய்ஸ் இயற்பியலின் அடிப்படைக் கேள்விகள் பலவற்றைத் தொட்டுச் செல்கிறார். அவரது கருத்துக்களை நிரூபிக்க பைபிள் முதல் குழந்தைகளின் நர்சரிப் பாடல்கள் வரை உதாரணங்கள் காட்டுகிறார். எத்தகைய வேறுபட்ட கோணங்களில் கூறினாலும் பாய்ஸ் கருத்துக்கள் குறிப்பிட்ட ஒன்றைத்தான் தம் பயனாகக் கொண்டிருக்கின்றன. மனிதனையும் அவனுடைய குழந்தைகளையும் புரிந்து கொள்வதில் அறிவியலின் பங்கினைப் படிப்பவர்களுக்கு உணர்த்துவதுதான் அது. அறிவியலில் எவ்விதப் பயிற்சியும் இல்லாத ஆயிரக்கணக்கான வாசகர்களையும் இப்புத்தகம் ஊக்குவிக்கும் என்பது உறுதி.



விஞ்ஞான் ப்ரஸார்

தொழில்நுட்ப பவன், புதுமேரோலி ரோடு

புதுடில்லி- 110 016.

ISBN-81-7480-035-2